



**Diogo Manuel
de Melo Corte**

**Sistema de informação web para gestão de sinais
vitais**





**Diogo Manuel
de Melo Corte**

**Sistema de informação web para gestão de sinais
vitais**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Computadores e Telemática, realizada sob a orientação científica de Prof. Doutor Carlos Manuel Azevedo Costa, Professor Auxiliar do Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática da Universidade de Aveiro

o júri

presidente

Prof. Dr. Augusto Marques Ferreira da Silva

Professor Auxiliar, Universidade de Aveiro

vogais

Prof. Dr. José Paulo Ferreira Lousado

Professor Adjunto, Dep. de Informática, Comunicações e Ciências Fundamentais,
da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Lamego do Instituto Politécnico de
Viseu

Prof. Dr. Carlos Manuel Azevedo Costa

Professor Auxiliar, Universidade de Aveiro

agradecimentos

Ao apresentar este trabalho quero expressar o meu reconhecimento e uma palavra de gratidão a todos aqueles que de alguma forma o tornaram exequível.

Este trabalho, apesar da responsabilidade do seu autor, só foi possível por um conjunto de razões, contributos importantes de algumas pessoas às quais presto o meu sincero reconhecimento

Aos meus orientadores Professor Doutor Carlos Costa e Doutor Luís Bastião, pelas preciosas reflexões, pelo seu saber, disponibilidade e reforço positivo ao longo da elaboração deste trabalho;

Como não podia deixar de ser, quero dedicar este trabalho às pessoas mais importantes da minha vida, a minha família, por todo o apoio prestado, pois sem eles não seria possível atingir esta meta.

A todos que, anonimamente, estiveram presentes e de alguma forma foram imprescindíveis na concretização deste trabalho.

A todos muito obrigado.

Resumo

As tecnologias de informação têm vindo a ser aplicadas na área da saúde, no entanto, somos da opinião que na área da Cardiologia ainda existem problemas sem soluções no âmbito de sistemas de informação baseados em *web*. Estes problemas são essencialmente na qualidade de visualização de sinais vitais, nomeadamente de traçados eletrocardiográficos, na interatividade e suporte para vários formatos de visualização e centralização dos estudos de forma a permitir análise do histórico do paciente, quer isoladamente ou por análise comparativa.

Por estes motivos, o presente trabalho propõe o desenvolvimento de um sistema de informação web e os seus serviços capazes de proceder a visualização, análise e produção relatório de sinais vitais. Apresenta todas as considerações que foram tomadas no seu desenvolvimento e a explicação das decisões tomadas relativamente ao contexto atual.

Este trabalho, terá especial ênfase na capacidade de visualização dos traçados eletrocardiográficos em vários formatos, tal como na interatividade com o mesmo.

...

Abstract

Information technologies have been applied in the health field, however, we are of the opinion that in the field of Cardiology there are still problems without solutions in the scope of web-based information systems. These problems are essentially found in the quality of visualization of vital signs, namely of electrocardiographic tracings, in the interactivity and support for several formats of visualization and centralization of the studies in order to allow analysis of patient history, either alone or by comparative analysis.

For these reasons, the present study proposes the development of a web information system and its services able to carry out the visualization, analysis and reporting of electrocardiograms. It features all the considerations that have been taken into account in its development and explanation of the decisions made in the current context.

This work will have a special emphasis on the ability to visualize the electrocardiographic tracings in various formats, as well as its interactivity.

Conteúdo

Conteúdo	i
Lista de Figuras	iv
Lista de Tabelas	vi
1 Introdução	1
1.1 Motivação	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Esboço da tese	2
2 Estado da Arte	5
2.1 Telemedicina	5
2.1.1 Breve História da Telemedicina	5
2.1.2 Aplicações da Telemedicina	7
2.1.3 Benefícios e Limitações da Telemedicina	7
Benefícios	8
Limitações	9
2.1.4 Opções de Entrega da Telemedicina	9
Store and Forward	9
Real Time	10
Store and Forward versus Real Time	10
2.1.5 Considerações Ético-legais na Telemedicina	10
2.1.6 Consentimento informado e Confidencialidade do Paciente	11
2.1.7 Autorização e Competência para Utilizar a Telemedicina	12
2.2 Eletrocardiografia	13
2.2.1 Breve História da Eletrocardiografia	13
2.2.2 Electrocardiograma (ECG)	15
2.2.3 Grelha eletrocardiográfica e suas configurações	17
2.2.4 Eletrocardiografia digital	19
2.3 Soluções Tecnológicas	21
2.3.1 Frameworks Web	21
Padrão Model-View-Controller (MVC)	21
Django	21
AngularJS	21
Play Framework	21
2.3.2 Armazenamento de Dados	22

2.3.3	Base de Dados	22
	MySQL	22
	PostgreSQL	22
3	Conceptualização da plataforma	23
3.1	Objetivos	23
3.2	Arquitetura aplicacional	23
3.3	Descrição dos atores	25
3.3.1	Técnico da instituição de saúde	25
3.3.2	Médico Cardiologista	25
3.4	Descrição dos casos de utilização	25
3.4.1	CaU1. Alterar dados da conta (Médico Cardiologista ou Técnico da instituição de saúde)	27
3.4.2	CaU2. Relatar ECG (Médico Cardiologista)	29
3.4.3	CaU3. Consultar histórico de um paciente (Médico Cardiologista)	31
3.4.4	CaU4. Comparar dois ECGs de um paciente (Médico Cardiologista)	33
3.4.5	CaU5. Consultar relatório (Médico Cardiologista ou Técnico da instituição de saúde)	35
4	Implementação da plataforma	37
4.1	Base de dados	37
4.1.1	Hierarquia organizacional	38
4.1.2	Controlo de acesso	38
4.1.3	Organização de estudos	40
4.1.4	Relatórios	41
4.2	Serviços Web	42
4.2.1	Controlador de templates	42
4.2.2	Controlador de conexão	42
4.2.3	Controlador de ficheiros	42
4.2.4	Controlador de pesquisa	43
4.2.5	Controlador de estudos	43
4.2.6	Controlador de relatórios	43
4.2.7	Controlador de entregas	43
4.3	Segurança e autenticação de utilizadores	44
4.4	Aplicação Web	46
4.4.1	Estrutura da aplicação	46
4.4.2	Traçado eletrocardiográfico e suas funcionalidades	47
4.4.3	Caching de dados	48
5	Resultados e discussão	51
5.1	Pagina inicial	51
5.2	Dados de utilizador	52
5.3	Introdução de novos Eletrocardiogramas	53
5.4	Pagina de Pesquisa	54
5.5	Visualizador de Relatórios	55
5.6	Pagina de Visualização	56
5.6.1	Configurações do traçado	57

5.6.2	Histórico do paciente	59
5.7	Pagina de Gestão	61
6	Conclusões e trabalho futuro	63
6.1	Conclusões	63
6.2	Trabalho futuro	63
	Bibliografia	64

Lista de Figuras

2.1	O primeiro eletrocardiógrafo de mesa (galvanómetro) fabricado pela <i>Cambridge Scientific Instrument Company</i> em Londres	14
2.2	Representação gráfica das 12 derivações na avaliação ECG.	16
2.3	Triângulo de Einthoven.	16
2.4	Grelha eletrocardiográfica e sua interpretação.	17
2.5	A morfologia e nomenclatura do ECG normal - adaptada por [14].	18
3.1	Arquitetura da aplicação.	24
3.2	Diagrama dos casos de utilização	26
3.3	Diagrama de atividades do caso de utilização “Alterar dados da conta”	28
3.4	Diagrama de atividades do caso de utilização “Relatar ECG”	30
3.5	Diagrama de atividades do caso de utilização “Consultar histórico de um paciente”	32
3.6	Diagrama de atividades do caso de utilização “Comparar dois ECGs de um paciente”	34
3.7	Diagrama de atividades do caso de utilização “Consultar relatório”	36
4.1	Modelo físico de base dados simplificado	37
4.2	Parte lógica de hierarquia organizacional do modelo físico de base dados . . .	38
4.3	Parte lógica de controlo de acesso do modelo físico de base dados	39
4.4	Papeis por defeito e sua estrutura.	39
4.5	Parte lógica de organização de estudos do modelo físico de base dados	40
4.6	Parte lógica de relatórios do modelo físico de base dados	41
4.7	Fluxo de autenticação	44
4.8	Fluxo de comunicação	45
4.9	Arquitetura da Aplicação Web	46
4.10	Fluxo de caching de dados	48
5.1	Formulário de autenticação	51
5.2	Definições simplificadas de conta	52
5.3	Definições de conta	52
5.4	Inserção de assinatura na plataforma	53
5.5	Introdução de novos eletrocardiogramas	53
5.6	Página de pesquisa com resultados	54
5.7	Visualizador de relatórios	55
5.8	Página de visualização	56
5.9	Formulário de edição dos dados do paciente	57

5.10	Opções de configuração do traçado	57
5.11	Traçado eletrocardiográfico na configuração 4x3 e duas ondas de continuidade com escalas de 25 mm/s e 10 mm/mV (formato padrão)	58
5.12	Exemplo de traçado eletrocardiográfico com escalas alternativas (12.5 mm/s e 10 mm/mV)	58
5.13	Traçado eletrocardiográfico na configuração 2x6	59
5.14	Histórico do paciente	59
5.15	Exemplo de comparação de dois eletrocardiogramas de um paciente	60
5.16	Página de gestão	61
5.17	Formulário de edição do centro de diagnóstico (settings)	61
5.18	Formulário de introdução de novos utilizadores	62

Lista de Tabelas

3.1	Descrição do caso de utilização “Alterar dados da conta”	27
3.2	Descrição do caso de utilização “Relatar ECG”	29
3.3	Descrição do caso de utilização “Consultar histórico de um paciente”	31
3.4	Descrição do caso de utilização “Comparar dois ECGs de um paciente”	33
3.5	Descrição do caso de utilização “Consultar relatório”	35

Capítulo 1

Introdução

1.1 Motivação

Numa época onde a sociedade e a tecnologia se combinam de múltiplas formas e inovadoras e existindo já o uso da telemedicina com aplicação á área de cardiologia, existindo problemas na visualização de eletrocardiogramas, nomeadamente na qualidade de representação do traçado eletrocardiográfico, tal como a falta de soluções *web* para o efeito, é premente a elaboração de relatórios à distância e melhorar a qualidade destes e no menor tempo possível. Não existindo ainda soluções para estes aspetos pensamos contribuir na elaboração de sistema de informação que vise disponibilizar aos Médicos de Cardiologia /técnicos de Saúde uma solução *web* de telemedicina de última geração, fiável, segura e de qualidade na visualização e comparação de sinais vitais. Esta, é alinhada com as necessidades e exigências da atualidade e permite prestar, virtualmente e em tempo real, serviços de saúde. Os elevados custos na saúde pública representam para o orçamento dos países um peso considerável. O recente desenvolvimento e avanço tecnológico de sistemas informáticos avançados de fácil acesso pela comunidade médica, tornou-os uma ferramenta de baixo custo e de possível utilização na medicina.

Apesar das reformas sistemáticas na saúde que surgiram nas últimas décadas na maioria dos países, os gastos com a saúde continuam a aumentar, mantendo ainda assimetrias nas diferentes regiões do país no acesso aos cuidados de saúde, devido às dificuldades no acesso e iniquidade. Assim, a telemedicina facilita o seu acesso, permite o uso mais efetivo de recursos, centralizando profissionais da saúde em áreas médicas especializadas e descentralização da assistência, superando as barreiras da distância e tempo. Se por um lado, a tecnologia leva o um aumento significativo das despesas da saúde, por outro, a telemedicina, pode diminuir esses custos, uma vez que permite o diagnóstico/tratamento dos doentes na sua comunidade, reduzindo, por um lado, as despesas de transporte e, por outro, os custos dos cuidados, uma vez que o tratamento nos Hospitais centrais é potencialmente mais oneroso. A informação em formato eletrónico permite uma racionalização dos custos e dispensa a replicação de exames, melhorando a eficiência [1].

Atualmente, os equipamentos vulgarmente utilizados para a realização deste tipo de exames (eletrocardiógrafos) em formato digital são relativamente baratos, permitindo a sua utilização pelos diversos profissionais (Médicos, Cardiopneumologistas, Enfermeiros, entre outros) e em locais com escassos recursos de saúde e pouca acessibilidade. A utilização, cada vez mais frequente, de sistemas de telemedicina permite uma rápida comunicação e interpretação

remota dos resultados, aspeto que é particularmente importante no contexto no nosso país devido ao isolamento de algumas populações.

Este estudo aborda a utilização de novas tecnologias de informação na prestação de cuidados e serviços médicos, sobretudo na área da cardiologia, concretamente no armazenamento centralizado, análise e tratamento de dados registados em eletrocardiogramas (ECGs) assim como a sua comparabilidade, interatividade com o traçado e capacidade de produzir relatórios.

1.2 Objetivos

Este estudo tem como objetivos principais o enquadramento teórico com a área de trabalho e conceitos associados, nomeadamente na área da telemedicina e os dados registados em ECGs, de modo a ser possível desenvolver um sistema centralizado com *interface* multi-dispositivo baseada em *web*, discutindo as soluções tecnológicas consideradas, que possibilitem a receção, registo, validação, armazenamento e transmissão dos resultados dos ECGs. O desenvolvimento deste sistema deve permitir, por parte dos técnicos das diversas instituições, a disponibilização dos resultados dos ECGs adquiridos para análise, de modo a ser possível aos médicos especialistas em cardiologia uma visualização dos mesmos, contendo todas as informações necessárias para geração de um relatório em formato PDF que será enviado para a proveniência do exame com a sua respetiva validação (assinado). A implementação do sistema deve respeitar todos os preceitos éticos e deontológicos previstos no Regulamento de Deontologia Médica n.º 707/2016 em que deve assegurar todos os aspetos de segurança e confidencialidade impostos na manipulação de dados clínicos dos utilizadores [2].

O armazenamento de sinais vitais em formato digital, permite que os resultados realizados em qualquer parte do país ou do mundo (com ou sem técnicos especializados) possam ser analisados em tempo real por profissionais qualificados, normalmente a exercerem funções nos grandes centros urbanos e hospitais centrais. Com este tipo de sistemas pretende-se uma melhoria na eficácia da prestação de cuidados de saúde, assim como uma real economia de custos, uma otimização dos recursos humanos especializados e consequentemente uma melhor qualidade de vida para os indivíduos em geral.

O sistema de informação baseado em web irá permitir a sua utilização nas instituições de saúde por todos os técnicos que detenham as necessárias competências para realizar os ECGs, mas apenas poderá ser o utilizador credenciado (Médico) para o efeito que poderá validar o resultado do exame (relatar/assinar). Esta plataforma permitirá ainda pesquisa avançada, *caching* de estudos, comparar exames do histórico do doente, armazenar ECGs e relatórios e enviar os resultados para as instituições requerentes.

1.3 Esboço da tese

A primeira parte desta dissertação foi elaborada uma nota introdutória permitindo uma concetualização das temáticas, de maneira a tornar a sua leitura sequencial, fácil e objetiva. No capítulo 2 é realizada uma abordagem sumária sobre o estado de arte. Onde consta primeiramente a importância da telemedicina, cujo objetivo é dar a conhecer os vários componentes essenciais que constituem a telemedicina. Seguidamente aborda o tema da Eletrocardiografia, fazendo uma breve síntese de carácter histórico sobre a origem dos conceitos associados. Ainda neste capítulo, na última parte é feito o estudo das soluções tecnológicas consideradas para o desenvolvimento da plataforma.

No capítulo 3 é realizada a conceptualização da plataforma, em que são enunciados os principais processos desenvolvidos na implementação da mesma. O capítulo 4 refere-se às principais tarefas associadas à construção da plataforma. Neste capítulo é descrito o desenvolvimento pormenorizado da plataforma. No capítulo 5 são apresentados os resultados e discussão dos mesmos para o trabalho desenvolvido. São apresentados *screenshots* informativos que evidenciam os aspetos mais significativos de utilização. O capítulo 6 aborda as principais conclusões extraídas da implementação do sistema desenvolvido e da elaboração deste trabalho. São também abordados trabalhos futuros relacionados com a implementação. No final será referenciada a bibliografia utilizada.

Capítulo 2

Estado da Arte

Neste capítulo será abordado o estado da arte das temáticas relevantes para este estudo, nomeadamente a telemedicina, o eletrocardiograma e soluções tecnológicas para o desenvolvimento de uma plataforma *web*.

2.1 Telemedicina

A Organização Mundial da Saúde, considera a telemedicina como uma ferramenta essencial na prestação de melhores cuidados de saúde em situações em que a distância é um fator crítico. Estes cuidados são prestados por qualquer profissional de saúde usando tecnologias de informação e de comunicação para o intercâmbio de informação relevante para o diagnóstico, tratamento e a prevenção da doença e danos físicos, pesquisa e avaliação, e formação continuada dos prestadores, subordinada a objetivos de melhoria da saúde dos indivíduos e das comunidades [3]. Strehle e Shabde [36], consideram que telemedicina significa “cura à distância”, com a utilização das TIC, para melhorar os resultados dos pacientes, aumentando o acesso aos cuidados de saúde e informações médicas. Esta tecnologia surgiu pela necessidade dos médicos/Técnicos de Saúde consultarem outros especialistas, por vezes noutra instituição de saúde ou mesmo país, dispensando a deslocação do doente, poupando assim tempo e custos adicionais, generalizar cuidados de saúde diferenciados, racionalizar recursos humanos e materiais, e contribuir para a melhoria da qualidade de vida.

2.1.1 Breve História da Telemedicina

A primeira referência sobre telemedicina surgiu em 1950. Um dos primeiros relatos refere-se à transmissão de informação sobre pestilência bubônica por heliógrafo. No entanto, só mais recentemente temos exemplos mais documentados como a utilização do telégrafo durante a Guerra Civil Americana para transmitir listas de vítimas e pedir materiais médicos.

Historicamente, pode-se falar da telemedicina a partir de meados do século 19, embora um dos primeiros relatos tenha sido publicado no início do século 20, quando dados de um eletrocardiograma foram transmitidos através de fios de telefone [37]. A telemedicina considerada mais moderna começou, na década de 1960, impulsionada pelos setores militar e de tecnologia espacial. Em 1971 foram escolhidos vários locais no Alasca pela Biblioteca Nacional do Centro de Medicina para Comunicação Biomédica, para demonstrar o quanto o uso de vídeo por satélite melhoraria a qualidade do cuidado médico prestado nessa região. Posteriormente

foram instaladas estações de satélite terrestres que permitiam a transmissão e a receção de vídeo, ainda a preto e branco, e estavam ainda equipados com ligações bidirecionais de áudio. Com esta tecnologia pretendiam conectar vilas rurais a grandes cidades via satélite. Entre 1960 e 1964 a NASA utilizou esta tecnologia através de telemetria de sinais fisiológicos, para monitorização vital de astronautas em órbita da terra [1]. O projeto STARPAHC (*“Space Technology Applied to Rural Papago Advanced Health Care”*), serviu para fornecer às comunidades remotas de índios Papago, no Arizona, cuidados médicos através da transmissão de eletrocardiogramas e raios-x para centros onde havia especialistas na área [39]. Foi dos primeiros exemplos de utilização da telemedicina com o objetivo de chegar a áreas geograficamente isoladas e/ou comunidades carenciadas.

No final dos anos 60 um projeto de demonstração teledermatológica ligou a policlínica do Aeroporto Internacional de Logan, em Boston com o Hospital Geral de Massachusetts; Os avanços nas Tecnologias de Informação e Comunicação e a sua disponibilidade e utilização, pela população em geral, foram os maiores fatores impulsionadores da telemedicina, criando rapidamente novas possibilidades para o serviço de saúde.

Com a introdução e a vulgarização da Internet, com os avanços das TIC, utilização de email, teleconsultas e teleconferências, abordagens multimédia como imagens e vídeo digital favoreceu em grande escala a telemedicina. Assim, esses avanços, também permitiram uma maior aceitação do uso da telemedicina, nas áreas de saúde nas quais se provou ter trazido benefícios [38].

Assim, resumindo, podemos dividir a história da telemedicina em três eras:

- Era da Telecomunicação, durante a década de 70 e inícios de 80, onde a telemedicina dependia de tecnologias de comunicação pouco confiáveis ou demasiado caras, como exemplo as transmissões de televisão;
- Era Digital, a partir de meados da década de 80 até finais da década de 90, onde a telecomunicação via rede de computadores e as imagens em formato digital são a base dos sistemas. Nesse período tornou-se mais fácil, com melhor acessibilidade e comunicação segura entre as partes interessadas, facilitando as teleconferências a um custo mais baixo. Nesta altura, tornou possível o acesso à distância de matérias de pesquisa, como artigos e teleeducação aos médicos;
- Era da Internet, a partir do final da década de 90 até a atualidade, com a popularização das tecnologias desenvolvidas na era anterior e com o aumento da capacidade de processamento e queda de custos dos computadores. A grande diferença desta fase em relação à era digital, é pela possibilidade da globalização. Alguns autores já consideram uma quarta era, ou era Utópica, que poderá surgir com a telemedicina global e universal com acesso aos serviços médicos em qualquer lugar [40].

Em Portugal iniciou-se esta prática em 1990 com Transmissão de sinal de EEG entre Hosp. Distrital de Vila Real e Hospital de Sto. António - Porto; Em 1992 foram realizadas experiências em Telepatologia; em 1994 no Centro Hospitalar de Vila Nova de Gaia realizaram transmissão de angiografias cardíacas utilizando ATM (*Asynchronous Transfer Mode*, arquitetura de rede de alta velocidade); em 1995 realizaram uma conferência clínica entre serviços de Imagiologia na região do Porto e ainda no mesmo ano passaram a ter uma Rede de Telemedicina na Região Centro (IGIF-Instituto de Gestão Informática e Financeira da Saúde); a Portugal Telecom financia projetos na área da Telemedicina (ex: Medigraf). A partir desta

altura surgem prestadores de serviços de Telemedicina públicos e privados: Telecardiologia, Teleradiologia, Teledermatologia, entre outras. Surgiu o RIS (Rede de Informação da Saúde) e suporte de sistemas de telemedicina, cartão do utente com uma vasta utilização em todas as Unidades de Saúde de todo o país.

2.1.2 Aplicações da Telemedicina

A Telemedicina foi a especialidade médica que mais cresceu em todo o mundo. Embora a Telemedicina tenha raízes profundas, a sua realidade tem pouco mais de 2 décadas e está a modificar o dia a dia quer dos profissionais de saúde quer dos pacientes.

Podemos distinguir dentro de telemedicina dois modos básicos de operação: um modo em tempo real ou síncrono e o modo assíncrono ou diferido. A telemedicina é uma ciência aberta e em constante evolução, uma vez que incorpora novos avanços na tecnologia e responde e adapta-se à mudança das necessidades de saúde e a contextos das sociedades [37].

A Telemedicina assume diversas formas de aplicação e são classificadas de acordo com a natureza do ato clínico.

TeleConsulta, em que a realização destas consultas é “cara-a-cara”, utilizando um meio interativo de comunicação em que o médico e o doente/utilizador podem estabelecer uma conversação. A sua realização pode ser de diversas formas, tais como, o telefone, a vídeo-conferência, entre outros.

TeleIntervenção, nesta categoria integram-se as aplicações que permitem a realização de intervenções cirúrgicas à distância. Nesta área devem ser associados dispositivos tecnológicos como a Robótica utilizada sob o comando do cirurgião.

TeleMonitorização, são sistemas de monitorização de sinais vitais com ou sem lançamento de alertas remotos (exemplo nas Unidades de Cuidados intensivos). Alguns sistemas poderão ser portáteis permitindo ao utilizador continuar a sua vida quotidiana enquanto dura o processo de monitorização (exemplo do Holter cardíaco).

A TeleFormação que inclui sistemas de informação para a sensibilização da população e da comunidade, formação clínica de médicos e outros profissionais de saúde de um modo passivo através de repositórios de informação ou de um modo interativo através de vídeo-conferência.

Relativamente aos exemplos de aplicações da telemedicina e o seu âmbito a nível clínico são exemplos: Tele-Cardiologia, Tele-Psiquiatria, Tele-Oncologia, Tele-Oftalmologia, Tele-Dermatologia, Tele-Radiologia, Tele-Enfermagem, Tele-Nefrologia, Tele-Patologia e serviços de salvamento. A nível educacional são exemplos a Tele-Educação, educação médica contínua, a sensibilização da comunidade, a investigação e o hospital virtual. Por último a nível administrativo são exemplos de aplicações da telemedicina os registos eletrónicos do doente e os registos inter-instituições. Em Portugal, as especialidades que mais utilizam a telemedicina, são: Anatomia Patológica, Cardiologia e Cardiologia Pediátrica, Dermatologia, Genética Médica, Endocrinologia (sobretudo na Diabetes), Radiologia e Neuro-radiologia.

2.1.3 Benefícios e Limitações da Telemedicina

A telemedicina é uma tecnologia cada vez mais utilizada no sistema de saúde nas diversas especialidades médicas e tem vindo a afirmar-se como um recurso de elevada importância no exercício dos cuidados da saúde. Apesar da vasta utilização na prática clínica, e das imensas vantagens, também possui algumas limitações e barreiras, como na maioria de outras

tecnologias inovadoras, que podem fazer com que a sua difusão e aproveitamento destas tecnologias sejam limitadas e ainda subvalorizadas pelos possíveis beneficiários.

Benefícios

A telemedicina tem como princípio a melhoria dos cuidados da saúde e o seu acesso. É através desta tecnologia que reduz a necessidade de deslocação por parte dos doentes/beneficiários e médicos ao fornecer uma melhor qualidade nos cuidados de saúde em zonas do país mais carenciadas ou geograficamente isoladas e mais desertificadas. A telemedicina é essencial para uma rápida aprendizagem, salvando vidas ou redução de danos sobretudo com o surgir de doenças e problemas de saúde emergentes e por vezes doenças raras [35].

Existem vantagens para os diversos intervenientes no processo da prestação de cuidados de saúde assim, as vantagens para os doentes são ao nível do acesso facilitado a especialistas, o fator isolamento é suavizado. É ainda possível o doente ter acesso, acesso 24 horas por dia e durante todo o ano a informação e cuidados médicos, qualquer que seja o local em que se encontre e ainda conveniência e conforto uma vez que não implica as deslocações ao especialista.

A nível médico podemos considerar o acesso facilitado ao diagnóstico realizado por especialistas com colaboração multidisciplinar. A quebra de isolamento, o acesso a formação e informação faculta o acesso 24 horas por dia e durante todos os dias do ano pelo médico a dados sobre o doente, qualquer que seja o local em que este se encontre.

A grande vantagem da Telemedicina é sem dúvida, o facto de potenciar a transformação da distribuição geográfica da prática de medicina, atenuando o fator distância (não eliminando completamente), uma vez que o contacto presencial entre profissional de saúde e doente é de extrema importância e não deverá ser descurado. Existem também vantagens para as instituições de saúde prestadoras de cuidados tais como: a extensão de cobertura de serviços, racionalização de investimentos e uma diminuição significativa de despesas, flexibilidade acrescida na gestão dos recursos e consequentemente uma melhor articulação entre níveis de cuidados. Esta prática também promove o aumento da equidade e da igualdade da distribuição da prestação de cuidados de saúde levando estes serviços a áreas remotas [4].

A telemedicina oferece também mais-valias em situações que a deslocação do paciente possa ser indesejada ou mesmo impossível. Exemplo disso, temos casos em estabelecimentos prisionais, que a utilização da telemedicina é menos dispendiosa do que o transporte do condenado ao hospital, reduzindo o indesejado risco de fuga e custos, tal como maior celeridade no diagnóstico e tratamento.

Existem situações em que normalmente não é possível disponibilizar no local todos os cuidados médicos necessários. Nestas situações, se forem implementados mecanismos de comunicação à distância, torna-se possível a orientação dos doentes, possibilitando uma assistência domiciliar de boa qualidade. São exemplo disso, os casos de pacientes acamados ou com grandes dificuldades de locomoção. De acordo com os responsáveis por esta tecnologia, consideram que pode revolucionar a medicina, melhorando o acesso e a qualidade de cuidados de saúde, reduzir os seus custos e aproveitar os serviços dos profissionais de saúde isolados profissionalmente [3].

Limitações

Apesar das muitas vantagens referidas anteriormente, a telemedicina possui também algumas limitações, nomeadamente a indisponibilidade de modernos meios telemáticos em algumas regiões do país onde esta facilidade seria de uma utilidade muito importante.

Existem ainda algumas questões para a prática total e confiável da telemedicina. A primeira de todas, prende-se com o medo de despedimento de alguns profissionais.

Um dos grandes receios da utilização destas técnicas é a eventual possibilidade da telemedicina poder vir a substituir a relação entre médico e doente, ou na interação entre dois profissionais de saúde através de conferências e vídeos, reduzindo o número de profissionais de saúde.

Apesar da sua vasta utilização ainda se verificam grandes obstáculos em questões de legislação. Existe a necessidade de códigos de conduta e compromisso das instituições no cumprimento de regras claras, organizações certificadoras para o aumento da confiabilidade e qualidade da informação disponível.

Um dos principais problemas, que ainda existe, como fator limitador, é a necessidade de formar os profissionais prestadores de saúde para a utilização das novas tecnologias e serviços associados à telemedicina e rentabilização destes recursos.

O financiamento é ainda uma grande barreira a ser ultrapassada na telemedicina, uma vez que o custo de investimento em equipamentos, assim como, a exigência de técnicos especializados para a manutenção do sistema, exigem muitos recursos financeiros [41]. Deste modo, existem diversos problemas que condicionam a utilização de sistemas de telemedicina. Alguns dos principais problemas centram-se em aspetos a nível social, ético-legais, segurança, confiança e económicos. A nível social existe a resistência a mudanças organizacionais e comportamentais relevantes nos serviços de saúde e preconceitos tecnológicos. As limitações ético-legais prendem-se com a definição de responsabilidade clínica, quanto menor for a informação obtida sobre um doente, tanto maior será a probabilidade de conclusões erradas e pode tornar menos humana a relação médico-paciente. A nível das limitações na segurança e confiança deveriam garantir ao doente privacidade e confidencialidade, garantir identificação genuína dos intervenientes e segurança no meio de comunicação utilizado. Deve existir por parte do doente uma aceitação e colaboração, no momento de teleconsulta. Outro problema que condiciona a utilização de sistemas de telemedicina são económicos como exemplo o elevado investimento em tecnologia e a qualidade dos meios de comunicação.

2.1.4 Opções de Entrega da Telemedicina

O termo telemedicina é usado para descrever um conjunto de aplicações que utiliza as tecnologias de comunicações ao serviço da saúde [7]. Atualmente o desenvolvimento de sistemas de telemedicina assenta em dois paradigmas tecnológicos distintos tais como a *Store and Forward* e *Real Time* [41].

Store and Forward

Este conceito “*store and forward*”, é também conhecido por comunicação assíncrona. Esta consiste na recolha, armazenamento e envio de informação à distância em que a informação pode ser texto, imagem, som, vídeo e utilizada tipicamente em situações de não emergência, quando o diagnóstico ou consulta pode ser feito nas próximas 24-48 horas. Permite ainda qualquer comunicação assíncrona (desfasada no tempo), entre dois profissionais de saúde Ex:

troca de emails com envio de imagens ou sintomas, para a elaboração de diagnóstico ou consulta, por exemplo exames radiológicos.

Real Time

Two-way interactive television (IATV) – videoconferência. O conceito “*real time*”, descrito por comunicação síncrona é uma transação de informação que ocorre entre um número de dois ou mais participantes ao mesmo tempo. Neste conceito é obrigatório a presença do médico e do paciente separados por uma linha de comunicação, que permita uma interação em tempo real, como exemplo o uso de equipamento de videoconferência.

A comunicação em tempo real entre dois ou mais intervenientes na prática clínica em que pressupõe interatividade entre os intervenientes, é utilizada quando é necessária uma consulta “cara-a-cara”. Como grande vantagem, aplica-se a praticamente todas as especialidades médicas, e muitos equipamentos de diagnóstico podem ser ligados a computadores auxiliando o exame interativo (ex: estetoscópio, eletrocardiógrafo, ecógrafo, entre outros).

Store and Forward versus Real Time

A utilização de um ou outro paradigma está diretamente relacionado com a natureza do procedimento médico que se pretende informatizar e, obviamente, com o orçamento disponível. “*Store and Forward*” tem como vantagens menores requisitos em termos de largura de banda e em termos tecnológicos, é mais fácil de implementar e mais barato. Ainda assim, tem como desvantagens, relativo ao paradigma “*Real Time*” ser menos interativo (não permite uma relação “cara-a-cara”) e menor tempo de reação.

A grande vantagem da estratégia “*Real Time*” deve-se à comunicação direta, com o paciente envolvido. No entanto o médico necessita de conjugar o horário com o paciente. Em termos técnicos, pode não ser exequível pelas dificuldades inerentes à tecnologia estar disponível em zonas remotas e rurais.

É de realçar que a estratégia “*Store and Forward*” tem tido um grande sucesso na telemedicina devido à sua simplicidade, aos seus baixos custos e aos mínimos requisitos de infraestrutura [41].

2.1.5 Considerações Ético-legais na Telemedicina

Segundo a Declaração de Tel Aviv sobre responsabilidades e normas éticas na utilização da Telemedicina [33] refere que a Associação Médica Mundial reconhece que, a despeito das consequências positivas da telemedicina, existem muito problemas éticos e legais que se apresentam com sua utilização. Em especial, ao eliminar uma consulta num lugar comum e o intercâmbio pessoal, a telemedicina altera alguns princípios tradicionais que regulam a relação médico-paciente. Portanto, há certas normas e princípios éticos que os médicos devem aplicar na utilização da telemedicina. Esta relação médico-paciente é preocupante no exercício ético da telemedicina, criando alguns problemas de ordem jurídica devido à eliminação da interação física.

A possibilidade de que os médicos utilizem a telemedicina depende do acesso à tecnologia e estas não estão disponíveis em todas as partes do mundo ou mesmo dentro do mesmo país, podendo, neste caso existir prejuízo para os doentes que necessitariam desta tecnologia como recurso de saúde.

2.1.6 Consentimento informado e Confidencialidade do Paciente

Todas as regras às quais os médicos estão sujeitos segundo a legislação, relacionadas com o consentimento e confidencialidade, nos atos médicos, também se aplicam no caso da utilização da telemedicina. Deste modo, qualquer informação que esteja relacionada com o paciente, apenas pode ser transmitida a um médico/profissional da saúde, com o seu consentimento. Embora existam algumas exceções, como em pessoas menores de idade ou outros que apesar da maioridade apresentam capacidade diminuída, no momento da decisão, devido a qualquer causa, não tem o discernimento suficiente para entender o sentido do seu consentimento, ou não tem o livre exercício da sua vontade e nestes casos ficarem responsáveis os seus representantes legais.

O seu consentimento pode ser o informado e o esclarecido segundo as regras da Convenção para a Proteção dos Direitos do Homem e da Dignidade do Ser Humano face às Aplicações da Biologia e da Medicina, aprovada por Resolução da Assembleia da República n.º 1/2001, e publicada no Diário da República de 3 de Janeiro de 2001 e os direitos do doente previstos na Base XIV da Lei n.º 48/90, de 24 de Agosto (Lei de Bases da Saúde), [32]. O consentimento informado baseia-se em pressupostos tais como a plena capacidade física e mental do paciente entender a mensagem e passa pela explicação sobre a utilização da informação recolhida. Já o consentimento esclarecido entende-se como o consentimento dado por um paciente “apto” para entender uma proposta isenta de influência ou indução.

O esclarecimento dado ao paciente não pode ter um carácter estritamente técnico centrado apenas na doença ou no procedimento a ser realizado, isto é, a linguagem utilizada para o esclarecimento deve ser “traduzida” para uma terminologia perceptível para o paciente, minimizando-se deste modo interpretações duvidosas. É no entanto correto informar o paciente dos resultados esperados, assim como dos riscos associados à intervenção/tratamento.

O médico segundo o Regulamento de Deontologia Médica, Regulamento n.º 707/2016, da Ordem dos Médicos – publicado Diário da República, 2.ª série — N.º 139 — 21 de julho de 2016 refere no artigo 36 [2] que os Dados médicos informatizados devem cumprir os seguintes aspetos:

- “1 - Os ficheiros automatizados, as bases e bancos de dados médicos, contendo informações extraídas de histórias clínicas sujeitas a segredo médico, devem ser equipados com sistemas, e utilizados com procedimentos de segurança, que impeçam a consulta, alteração ou destruição de dados por pessoa não autorizada a fazê-lo e que permitam detetar desvios de informação.
- 2 - O acesso aos ficheiros automatizados, as bases e bancos de dados médicos são da responsabilidade de um médico.
- 3 - Os responsáveis pelos ficheiros automatizados, as bases e bancos de dados médicos, bem como as pessoas que, no exercício das suas funções, tenham conhecimento dos dados pessoais neles registados, ficam obrigados a segredo, mesmo após o termo de funções.
- 4 - Os ficheiros automatizados, as bases e bancos de dados médicos não podem estar conectados com outro tipo de redes informáticas, a menos que possam garantir-se as condições de segurança referidas no n.º 1”

Ainda no seu artigo 37º ao tratamento da informação da saúde refere:

- 1 - Os responsáveis pelo tratamento da informação de saúde devem tomar as providências adequadas à proteção da sua confidencialidade, garantindo a segurança das instalações e equipamentos, o controlo no acesso à informação, bem como o reforço do dever de sigilo e da educação deontológica de todos os profissionais.
- 2 - As unidades do sistema de saúde devem impedir o acesso indevido de terceiros aos processos clínicos e aos sistemas informáticos que contenham informação de saúde, incluindo as respetivas cópias de segurança, assegurando os níveis de segurança apropriados e cumprindo as exigências estabelecidas pela legislação que regula a proteção de dados pessoais, nomeadamente para evitar a

sua destruição, accidental ou ilícita, a alteração, difusão ou acesso não autorizado ou qualquer outra forma de tratamento ilícito da informação.

3 - A informação de saúde só pode ser utilizada pelo sistema de saúde nas condições expressas em autorização escrita do seu titular ou de quem o represente.

4 - O acesso a informação de saúde pode, desde que anonimizada, ser facultado para fins de investigação.

5 - A gestão dos sistemas que organizam a informação de saúde deve garantir a separação entre a informação de saúde e genética e a restante informação pessoal, designadamente através da definição de diversos níveis de acesso.

6 - A gestão dos sistemas de informação deve garantir o processamento regular e frequente de cópias de segurança da informação de saúde, salvaguardadas as garantias de confidencialidade estabelecidas por lei. [2]

O médico deve assegurar-se da aplicação de todas as medidas recomendáveis para as tecnologias de informação e comunicações eletrónicas para assim poder proteger e garantir a privacidade e confidencialidade do seu paciente.

2.1.7 Autorização e Competência para Utilizar a Telemedicina

A telemedicina, quando bem utilizada, promove o uso eficaz dos recursos humanos, devendo por isso estar ao alcance de todos os profissionais médicos. O médico, deve ter na sua posse a autorização para o exercício da medicina no país onde reside (inscrição na Ordem dos Médicos para obter carteira profissional - ao abrigo das disposições conjugadas da alínea a) do artigo 6.º, alínea j) do artigo 64.º e alínea b) do artigo 57.º, todos do Estatuto da Ordem dos Médicos, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 282/77, de 5 de Julho [31], o Conselho Nacional Executivo e o Plenário dos Conselhos Regionais competente na sua área da especialidade para utilizar a telemedicina. Já quando utiliza a telemedicina diretamente com um paciente localizado noutro país, este deve estar devidamente autorizado para o exercício das funções nesse país e deve ser um serviço aprovado internacionalmente.

2.2 Eletrocardiografia

Vários foram os cientistas que procuraram estudar e compreender o funcionamento do músculo cardíaco, alguns deles utilizando formas invasivas e arcaicas, pondo em risco a vida dos doentes. Deste modo, houve a necessidade de avaliar, através de formas não invasivas, o funcionamento do coração. Um contributo muito importante foi a descoberta da eletrocardiografia e o conhecimento da bioeletricidade e eletricidade geradas pelo coração. Assim surgiram os eletrocardiógrafos, instrumentos que permitem medir, compreender e avaliar a atividade elétrica do coração. O eletrocardiograma é uma representação gráfica destes mesmos sinais, avaliados num determinado espaço de tempo e captados pelos eletrocardiógrafos.

O primeiro eletrocardiógrafo, construído pelo fisiologista holandês Willem Einthoven em 1902, já permitia registos com qualidade e padronização muito semelhantes às dos aparelhos atuais [5]. Nas décadas seguintes à invenção do eletrocardiógrafo, houve importantes descobertas em relação às arritmias, síndromes coronárias e a introdução de novas derivações e ainda alguns testes diagnósticos com múltiplas aplicações clínicas. Apesar de ainda ter algumas limitações, a eletrocardiografia constitui um exame muito útil na avaliação cardíaca de forma geral e considerado de baixo custo.

2.2.1 Breve História da Eletrocardiografia

Dos diversos estudiosos da eletrocardiografia, fazemos referência a três nomes de cientistas de relevância: Willem Einthoven, Thomas Lewis e Frank N. Wilson. Einthoven aplicou os fundamentos da eletrofisiologia e da tecnologia da época na elaboração do galvanômetro de corda. Este instrumento permitiu o primeiro registo eletrocardiográfico fidedigno e sem a necessidade de correção matemática [6]. Thomas Lewis dedicou grande parte dos seus estudos à compreensão das arritmias. Já Wilson introduziu as derivações unipolares, o que permitiu posteriormente a padronização do sistema de 12 derivações. Os eletrocardiógrafos foram evoluindo e tornaram-se mais leves e portáteis, popularizaram-se. Graças a ferramentas diagnósticas diversas foi possível novas aplicações clínicas, tais como o teste ergométrico, o estudo eletrofisiológico, o holter e a eletrocardiografia já com elevada resolução.

Em 1787 Aloysio Luigi Galvani, descobriu o conceito da bioeletricidade através da observação da contração do músculo da rã quando exposta a uma descarga elétrica. Assim, surgiu a ideia de eletricidade animal embora contrariada esta hipótese por, Alessandro Volta [7]. Este cientista construiu a pilha voltaica e posteriormente com esta descoberta surgiu Oersted em 1920 com o conceito do eletromagnetismo o qual faz parte o princípio de funcionamento do galvanômetro, possibilitando a medição da eletricidade animal pela primeira vez [8].

Na década de 1870 o físico francês Gabriel Lippman, inventou o eletrômetro capilar, o que levou, em 1878, à descoberta de duas fases do ciclo cardíaco – a despolarização e a repolarização – pelos fisiologistas britânicos John Burdon Sanderson e Frederick. O primeiro eletrocardiograma humano foi registado pelo fisiologista Augustus D. Waller, em experiências realizadas com o eletrômetro capilar de Lippman, em 1887 [6]. Através da conexão dos elétrodos no tórax, demonstrou que cada batimento cardíaco era acompanhado por uma oscilação elétrica.

Mais tarde foi descoberto o reótomo, aparelho que surgiu em 1868 por Dubois-Reymond, instrumento capaz de gerar e fornecer estímulos aos músculos e medir correntes de descarga e posteriormente com Julius Bernstein e com algumas modificações neste instrumento de modo

a que o intervalo e a amostragem pudesse ser variada (reótomo diferencial). Este instrumento revelou-se um marco importante na história da eletrocardiografia ao registrar os primeiros eletrocardiogramas.

Engelmann em 1878 através deste instrumento, foi o primeiro a apresentar graficamente um eletrocardiograma rudimentar do músculo cardíaco da rã.

Na tentativa de construir um instrumento mais exato e fiável para a medição de correntes bioelétricas, Gabriel Lippmann em 1872, construiu eletrómetro capilar possuindo uma grande sensibilidade. Este eletrómetro capilar tornou-se um instrumento muito utilizado entre os eletrofisiologistas. No entanto Marey introduziu melhoramentos neste eletrómetro capilar, conseguindo que as variações fossem fotografadas. Willem Einthoven, considerava que apesar do eletrómetro capilar ser satisfatório os movimentos eram lentos, tentando melhorar este galvanómetro [8]. Waller em 1987, foi o primeiro a registrar a atividade elétrica do coração humano o chamado “eletrograma”. No final da década de 1890 George J. Burch e Willem Einthoven criaram métodos para a calibração e correção dos registos obtidos por meio do eletrómetro capilar. Com esta descoberta previram o sinal aproximado que hoje conhecemos como a verdadeira forma do ECG, denominada por Einthoven de formas de onda eletrocardiográficas [7]. Como ilustrado na figura 2.1.

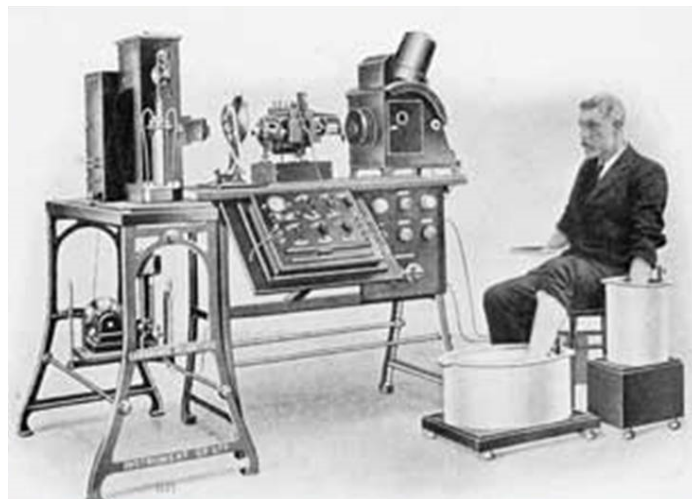


Figura 2.1: O primeiro eletrocardiógrafo de mesa (galvanómetro) fabricado pela *Cambridge Scientific Instrument Company* em Londres

Foram vários os físicos que procederam à construção de galvanómetros para a medição da intensidade da corrente elétrica e Einthoven utilizou o galvanómetro de d’Arsonval, considerando-o muito sensível e face a este descontentamento começou a desenhar e a construir o seu próprio galvanómetro. Com estas alterações conseguiu construir um “galvanómetro de cordas” instrumento sensível, robusto e ideal para o registo das variações de potencial do coração [8].

Estava criado o aparelho considerado ideal por muitos fisiologistas clínicos e tentaram replicar este instrumento para avaliar os seus doentes introduzindo melhorias como transformá-lo num tamanho mais pequeno. A sua disseminação foi uma constante, obtendo no presente um valor imprescindível para qualquer unidade de saúde, mantendo a sua conceção e os conceitos introduzidos pelo galvanómetro de cordas de Einthoven.

2.2.2 Electrocardiograma (ECG)

A frequência cardíaca (FC) é o número de vezes que o coração bate por minuto. Pode ser avaliada medindo o intervalo de tempo entre dois picos da onda R. O coração humano saudável bate entre 60 a 100 vezes por minuto, sendo 75 o número mais frequente. Para avaliar o estado de saúde de um indivíduo, o ECG é um dos exames mais usados pelos médicos. Usando o ECG é possível medir a pulsação entre outros parâmetros cardíacos. O eletrocardiograma (ECG) é o registo da geração e propagação da atividade elétrica do coração efetuado na superfície corporal. Esta atividade (potencial de ação, PA) é iniciada nas células auto-excitáveis (marca-passo primário) em regiões supraventriculares, e propagada de célula a célula no miocárdio. No repouso, a face interna da membrana da célula apresenta um potencial elétrico negativo com relação ao meio externo, denominado potencial de membrana de repouso. O registo do ECG apresenta ondas geradas pela propagação da despolarização nos átrios (onda P) e nos ventrículos (complexo QRS), e pela repolarização ventricular (onda T). A magnitude destas ondas depende do vetor da derivação, portanto da direção e amplitude do vetor elétrico médio do coração e da derivação. A duração dos segmentos e intervalos entre as ondas é utilizada para caracterização do ECG em clínica médica. Por exemplo, o intervalo QT (entre o início da onda Q e o término da onda T) corresponde ao tempo total de atividade elétrica ventricular, ou seja, do início da despolarização até o término da repolarização ventricular. O segmento ST (que vai do término da onda S ao início da onda T) é o tempo entre o término da propagação da despolarização e o início da onda de repolarização ventricular. Por fim, o segmento TP (do término da onda T ao início da onda P) representa o período de repouso elétrico cardíaco [11] [12].

Uma das ferramentas mais utilizadas para avaliação cardíaca é o eletrocardiograma (ECG). Para sua correta interpretação deve-se reconhecer e analisar primeiro os componentes chave separadamente antes de os combinar, para se alcançar uma conclusão da atividade elétrica do coração [9].

Os elétrodos, ao estarem ligados/conectados à pele, transmitem essas correntes elétricas, ao eletrocardiógrafo. Esta atividade elétrica é então transformada em forma de onda que representa o ciclo de despolarização-repolarização do coração, a que se dá o nome de eletrocardiograma. Ele mostra a sequência precisa dos eventos elétricos que ocorrem nas células cardíacas em todo este processo, identificando os distúrbios de ritmo e a normalidade de condução.

As correntes elétricas do coração propagam-se em várias direção, daí o facto de estes elétrodos serem colocados em localizações diferentes para uma melhor captação da atividade elétrica do coração. O ECG regista assim informação de diferentes perspectivas, que são designadas de derivações e planos. Um dos principais tipos de registo de eletrocardiograma que fornece informações mais valiosas sobre a atividade elétrica do coração é o ECG de 12 derivações [9].

O sistema ECG standard é constituído por 12 derivações que capturam a atividade elétrica do coração em 12 posições diferentes (6 derivações dos membros e 6 derivações pré-cordiais). Cada elétrodo captura a atividade elétrica do coração de um ângulo diferente (uma componente positiva e negativa) e monitorizando porções específicas do coração [13]. As 6 derivações dos membros são a I, II, III, aVR, aVL e aVF. O nome associado a estas derivações provém do facto de serem colocados elétrodos nos braços e pernas (figura 2.2). As derivações I, II e III são derivações bipolares, o que significa que usam dois elétrodos para monitorizar o coração, um positivo e outro negativo. As derivações aVR, aVL e aVF são unipolares. Este tipo de

derivações monitoriza a atividade elétrica do coração entre o elétrico e o ponto de potencial nulo no centro do coração. O eixo para estas derivações é traçado do elétrico ao centro do coração. As derivações V1 e V2 monitorizam o ventrículo direito, V3 e V4 monitorizam o septo ventricular, e as derivações V5 e V6 monitorizam o ventrículo esquerdo. As derivações V1, V2, V3 e V4 também são chamadas de derivações anteriores, e as derivações V5 e V6 são também conhecidas por derivações laterais.

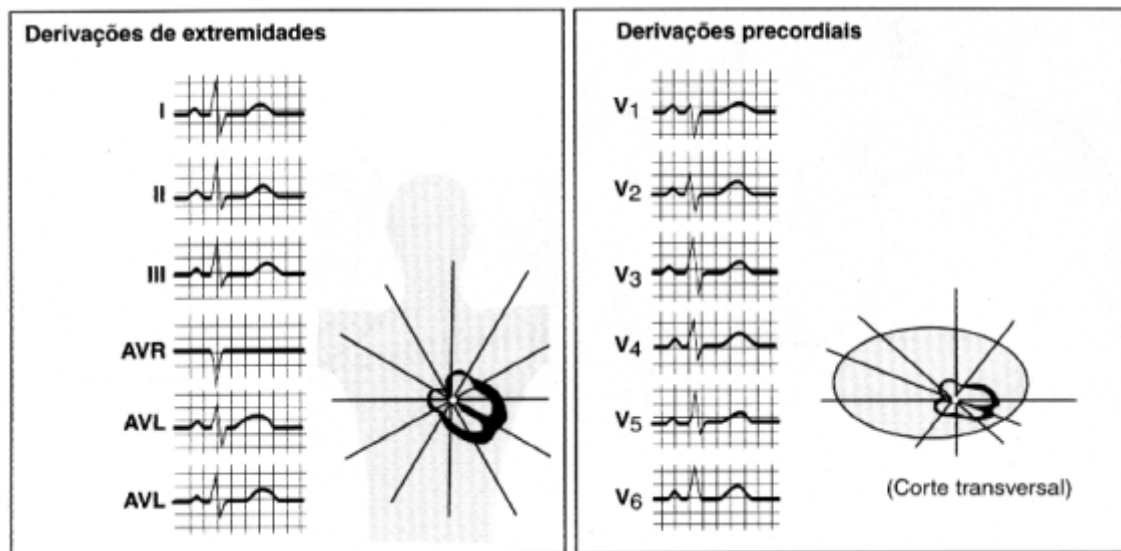


Figura 2.2: Representação gráfica das 12 derivações na avaliação ECG.

Uma linha imaginária pode ser desenhada entre o elétrico positivo e negativo das três derivações bipolares, representando o eixo de cada derivação. Estes eixos formam um triângulo equilátero à volta do coração também chamado de triângulo de Einthoven (figura 2.3). O centro deste triângulo representa o centro da atividade elétrica.

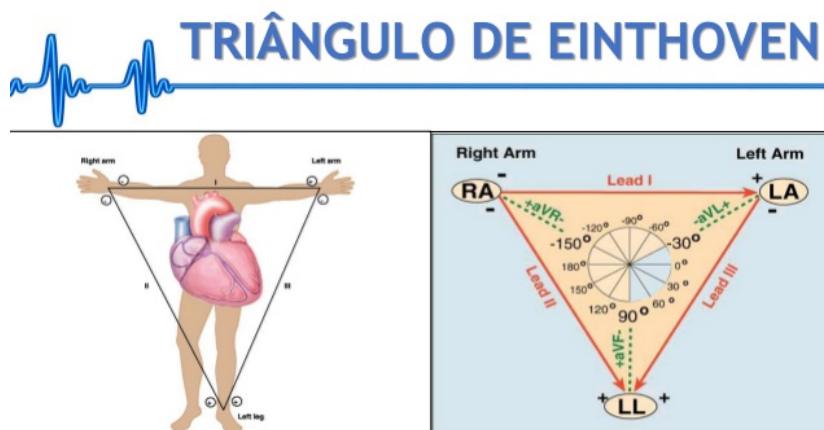


Figura 2.3: Triângulo de Einthoven.

2.2.3 Grelha eletrocardiográfica e suas configurações

Os sistemas de ECG convencionais registam os traçados das alterações da atividade elétrica do coração, numa tira de papel padrão que se move com velocidade constante [14]. A padronização é importante para que a avaliação seja correta no tamanho das deflexões, mesmo que o ECG tenha sido aumentado ou reduzido no seu tamanho [5].

O papel de ECG é um papel padronizado em que o registo é feito à velocidade de 25 mm/s (em situações especiais a velocidade pode ser de 12.5 mm/s) e com uma amplitude cuja sensibilidade é de 0.1 mV/mm. O papel utilizado normalmente no registo, é quadriculado e dividido em quadrados pequenos de 1mm. Cada grupo de cinco quadrados na horizontal e na vertical compreendem um quadrado maior (delimitado por linha mais grossa). No eixo horizontal, marca-se o tempo. Os sistemas ECG utilizam esta mesma grelha standard a uma razão de 25 mm/s, com cada quadrado equivalendo a 0,04 segundos. Assim, cinco quadrados pequenos (1 quadrado maior) equivalem a 0,2 segundos [15].

No eixo vertical, marca-se a voltagem. Cada quadrado pequeno representa a amplitude (ou voltagem) a 0,1 milivolts, correspondente a 1 milímetro de distância portanto cada quadrado grande, composto por 5 dos pequenos representa 5 milímetros ou 0,5 milivolts [16] (figura 2.4).

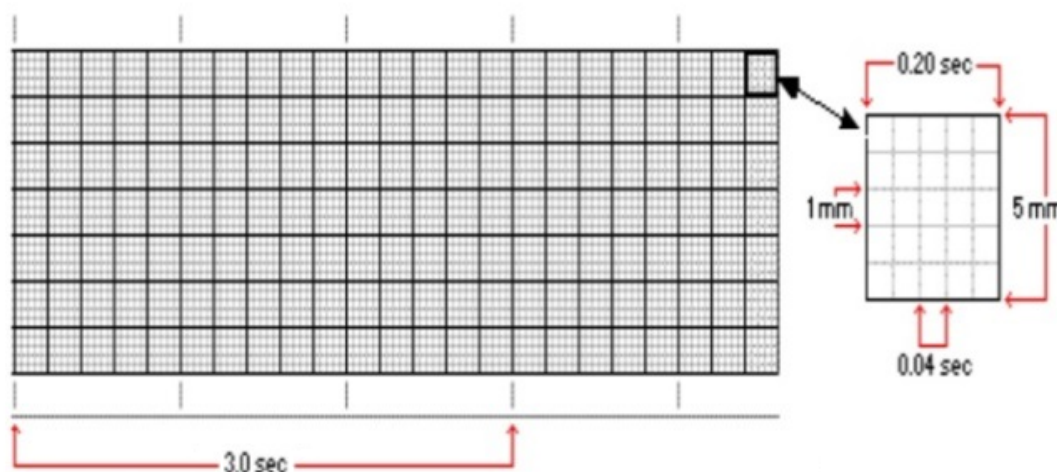


Figura 2.4: Grelha eletrocardiográfica e sua interpretação.

O que determina o tamanho da grelha do eletrocardiograma é a direção e a magnitude da atividade elétrica do coração. Assim, quando existe uma forte atividade elétrica, como a despolarização dos ventrículos, produz uma forma de onda de grande dimensão. Mas, quando a atividade elétrica é fraca, como a despolarização da aurícula, produz uma forma de onda de pequena dimensão. Quando a atividade elétrica não existe surge uma linha reta na grelha do ECG. No entanto, os dois tipos de impulsos podem ocorrer em simultâneo e neste caso, o de maior atividade elétrica vai camuflar o de atividade elétrica mais fraca.

A morfologia e a nomenclatura do sinal de ECG normal correspondente à II derivação de Einthoven. Este registo revela a atividade elétrica do coração quando este está ou não em repouso, figura 2.5.

Quando o coração está em repouso o traçado corresponde a uma linha isoeletrica. Por sua vez, uma onda é uma variação no nível de tensão arterial que se pode visualizar através de uma deflexão positiva ou negativa e é assinalada pelas letras P, Q, R, S, T e U. um conjunto de várias ondas em que no ECG se atribui ao intervalo QRS designa-se por complexo. A distância entre duas ondas é um segmento e um intervalo representa vários estados que incluem ondas e segmentos [15] [17].

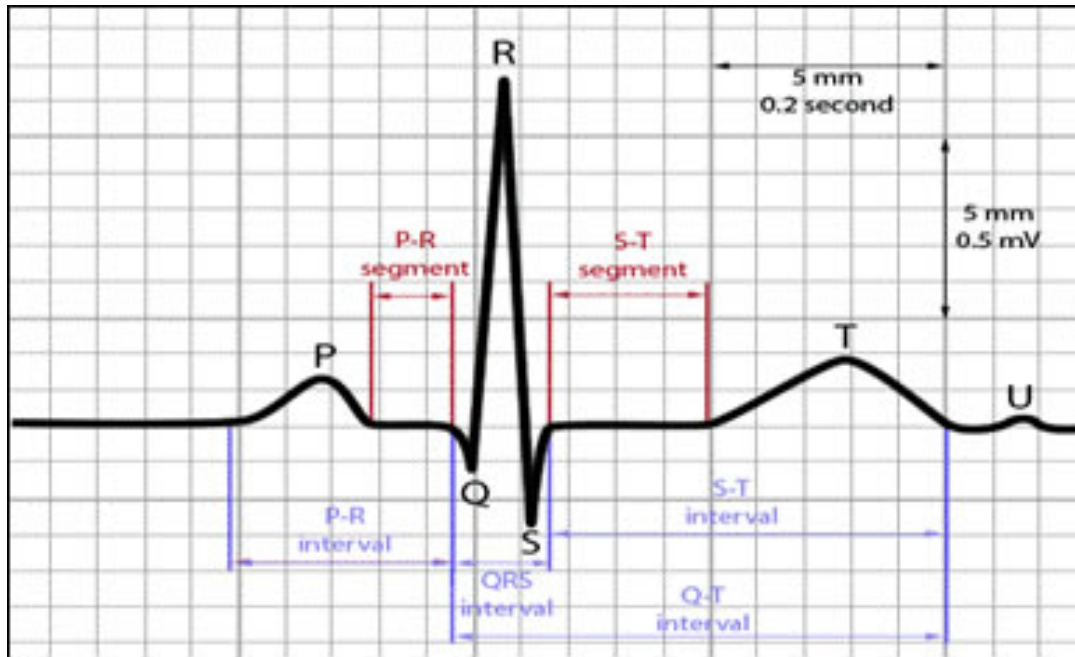


Figura 2.5: A morfologia e nomenclatura do ECG normal - adaptada por [14].

A sequência dos eventos de despolarização e repolarização, descritos no ECG sem alterações, durante o ciclo cardíaco, e após estímulo elétrico ter sido gerado no nodo SA, a onda P é aquela que resulta da despolarização das aurículas; por outro lado, o segmento isoeletrico PR corresponde ao atraso na propagação do sinal no nodo AV; quando existe a despolarização dos ventrículos surge o complexo de ondas QRS; o segundo segmento isoeletrico ST assinala a excitação total dos ventrículos; a onda T reflete a repolarização dos ventrículos e a onda U, pode não aparecer na maior parte dos indivíduos, por ser considerada inconstante [18] [19]. A repolarização auricular possui uma amplitude muito baixa e ocorre muito próximo do complexo QRS, por esse motivo, este estímulo nem sempre é visível no ECG normal [14] [15]. O intervalo PR representa a atividade elétrica das aurículas enquanto, o intervalo QT representa a atividade elétrica dos ventrículos. Sobre a morfologia das ondas, e tomando como exemplo a onda P, esta pode ser, positiva, negativa ou difásica [15].

Os sensores que servem para captarem a atividade elétrica são os elétrodos, estes são transdutores que convertem as correntes iônicas em correntes eletrônicas. O dispositivo médico, utilizado na aquisição de biopotenciais, estão de acordo com as normas padrão da *American Heart Association* (AHA) [20] e da *International Electrotechnical Commission* (IEC) [21].

Nem sempre é possível detetar precocemente alguns problemas cardíacos através do ECG, no entanto, a evidência eletrocardiográfica de sobrecarga ventricular esquerda é um dos maiores marcadores de morbidade e mortalidade cardiovasculares [22] [23]. Deste modo, é

prioritário detetar precocemente a hipertrofia ventricular esquerda por métodos de *screening* efetivos e com custos baixos, que possam ser utilizados na população em geral. As principais causas da hipertrofia arterial é a estenose aórtica e a menos comum a miocardiopatia hipertrófica. O eletrocardiograma, pela grande utilização no nosso meio, baixo custo e execução prática, tornou-se o método mais utilizado para este fim.

Os índices eletrocardiográficos para determinação de sobrecarga ventricular esquerda, até o momento, apesar da sua alta especificidade, ainda apresentam baixa sensibilidade [22]. O Índice de Sokolow-Lyon, descrito em 1949, é um dos critérios para o determinar, mais utilizado na prática pela sua sensibilidade e facilidade de calcular. Para calcular o Índice de Sokolow-Lyon deve-se somar a longitude da onda S mais elevada de V1 ou V2 com a longitude da Onda R mais elevada de V5 ou V6.

Se o índice é maior de 3.5mV (35 mm ou 7 quadros grandes) então é sugestivo de Hipertrofia Ventricular Esquerda [23] [24].

2.2.4 Eletrocardiografia digital

O eletrocardiógrafo digital, permite que em qualquer lugar remoto seja possível realizar um eletrocardiograma e enviar para um sistema de telemedicina usando a internet.

O sistema de gestão de ECG digital - permite o armazenamento, a longo prazo, de todos os ECGs em formato digital para revisão em série, edição remota, e acesso Enterprise de qualquer ponto da rede ou do eletrocardiógrafo. A utilização dos formatos digitais contribuíram de forma significativa na qualidade dos diagnósticos médicos e sobretudo na eletrocardiografia. Por sua vez, os conversores analógicos digitais permitiram ligar em rede vários eletrocardiógrafos a computadores. O processo de conversão passa geralmente por três fases distintas, em primeiro lugar o sinal analógico é amostrado e mantido o valor capturado por um circuito de retenção *sample-and-hold* durante a conversão. Consoante a resolução que se pretender assim o valor resultante da quantificação e codificado em número de bits. Para evitar o fenómeno de falsas frequências capturadas por sub-amostragem (*aliasing*) normalmente é introduzido um filtro na entrada do conversor AD.

Estes sistemas digitais não foram adotados pela maioria das unidades de saúde, pelos elevados custos que isso implicava, pelo que apenas algumas instituições os implementaram. Inicialmente estes sistemas foram alvo de críticas e alguma desconfiança por terem sido detetados alguns erros e sobretudo pela incompatibilidade entre os diferentes sistemas. No entanto, é considerada uma das tecnologias mais vantajosas para a aplicação na telemedicina. Apresenta a desvantagem de necessitar de equipamentos robustos como PCs e softwares de manipulação de dados, que representam alto custo [42].

Com a evolução dos sistemas digitais e operativos a aquisição de computadores pessoais, foram ultrapassadas todas essas desvantagens e hoje em dia quase todos os eletrocardiógrafos utilizam o registo digital, e ainda técnicas de interpretação e de comunicação.

Os principais fabricantes de dispositivos para avaliação de ECG (HP, Mortara, Siemens, entres outros) criaram normas específicas próprias para os seus dispositivos e incompatíveis com os restantes [43]. Apesar destes constrangimentos é importante a normalização deste fluxo de comunicação no sentido da interoperabilidade dos sistemas.

Uma das mais importantes aplicações da telemedicina é o eletrocardiograma portátil e digital, que permite o acompanhamento de pacientes com problemas cardíacos de maneira prática e eficiente, no diagnóstico e prevenir o mais precocemente algumas patologias cardíacas graves [44].

Os exames realizados pelo eletrocardiógrafo digital são transmitidos para uma plataforma de telemedicina, juntamente com as informações dos pacientes. Neste caso, muito usado em situações onde o local que realiza o eletrocardiograma não tem Cardiologista em tempo integral para interpretar os exames ou se existir a necessidade de consultar peritos na área.

Todos os sistemas que existem no mercado distinguem-se entre si pelas diversas características que possuem, tendo sempre como objetivo de melhorar a aquisição do sinal, facilitar a utilização do equipamento, satisfazer as necessidades de mercado, entre outros. Dos sistemas mencionados e dentro das características referidas que foram disponibilizadas pelos fabricantes é possível destacar alguns dos equipamentos por poderem ser utilizados em algumas situações particulares. Destacamos vários dispositivos e formatos de dados, tais como: ASPEL; BTL; EDAN; General Electric; Welch Allyn; Mortara; HL7 XML; Schiller; SCP-ECG; entre outros.

Exemplo da tecnologia do dispositivo Mortara que dispõe de características de diagnóstico completo do ECG, com uma aquisição de alta fidelidade com 50.000 amostras por segundo por canal, sendo um benefício evidente para a detecção precisa de *pacemakers*; Gestão eficiente - alimentação por CA ou por uma bateria interna que só precisa de recarga após 200 ECGs. É ainda possível a visualização até 12 derivações em simultâneo antes de imprimir, com possibilidade de seleção da velocidade da impressão.

Outro exemplo como o formato HL7 XML do ECG anotado (aECG) foi criado em resposta à iniciativa digital ECG do FDA, introduzida em novembro de 2001. Antes desta iniciativa, os patrocinadores já apresentavam tabulações de achados do ECG (por exemplo, medições do intervalo QT) com as suas aplicações. No entanto, a FDA não pôde avaliar sistematicamente as formas de onda do ECG e os locais de medição de que essas descobertas vieram. A maioria dos ECGs nos ensaios atuais foram recolhidos em papel e não guardados eletronicamente. O próximo passo lógico para o FDA foi pedir que as formas de onda digitais e os locais de medição (anotações) fossem disponibilizados com o aplicativo. O padrão aECG foi criado para gerir as Informações de Pesquisa Clínica Regulada (RCRIM) da HL7 em resposta à necessidade da FDA.

2.3 Soluções Tecnológicas

Neste capítulo serão discutidas as tecnologias consideradas para implementação do sistema de informação e plataforma baseada em web de interação com o mesmo.

2.3.1 Frameworks Web

Uma *framework* web é uma estrutura de *software* que é projetada para suportar o desenvolvimento de aplicativos da web, incluindo serviços, recursos web e APIs da web. Fornecem uma maneira padrão de construir e implementar aplicativos a disponibilizar via web, que visam automatizar o desenvolvimento promovendo a reutilização de código.

A utilização de uma *framework* possui inúmeras vantagens como uma maior facilidade na detecção de erros, eficiência na resolução de problemas e otimização de recursos.

Padrão Model-View-Controller (MVC)

Model-view-controller (MVC) é um padrão de arquitetura de *software* para implementar *interfaces* de utilizadores em computadores. Divide uma determinada aplicação em três partes interligadas. Isso é feito para separar as representações internas de informações das formas como as informações são apresentadas e aceitas pelos utilizadores. O padrão de *design* MVC desacopla esses principais componentes, permitindo uma reutilização eficiente de código e desenvolvimento paralelo. Assim sendo o modelo é responsável pela gestão de informação e assinala quando existem alterações. A vista é responsável pela representação visual do sistema, está associada a um modelo e quando este atualizar as alterações são aplicadas à vista automaticamente. Por fim o controlador interage com o utilizador e por sua vez atua sobre a vista e o modelo [48].

A utilização de uma arquitectura MVC aumenta a modularidade e reutilização da aplicação, existindo uma clara separação entre os diferentes componentes que constituem a aplicação.

Django

O Django é uma *framework* web gratuita e *open source*, escrita na linguagem de programação *python*, que segue o padrão MVC. O seu principal objetivo é facilitar a criação de websites complexos [50]. A *framework* tem modelos, formulários, *routing*, autenticação, administração básica de base de dados já incorporado, o que permite começar a desenvolver plataformas web sem precisar tomar muitas decisões sobre a infraestrutura antes do tempo.

AngularJS

AngularJS é uma *framework* para desenvolver aplicações web dinâmicas. Permite a utilização de HTML para criar os *templates* e estende a sintaxe do HTML para utilizar de forma clara e sucinta os componentes desenvolvidos. Atua apenas do lado do cliente o que a torna independente de qualquer tecnologia do lado do servidor, permitindo mais liberdade no desenvolvimento aplicacional [51].

Play Framework

Play Framework é uma *framework* que facilita a criação de aplicações Web com *Java* e *Scala*. Play é baseada em uma arquitetura leve e *stateless* que fornece um consumo de recursos

previsível e mínimo (CPU, memória, threads) para aplicações altamente escaláveis [49].

2.3.2 Armazenamento de Dados

Para o armazenamento de dados, mais especificamente dos ficheiros contendo os sinais eletrocardiográficos será utilizado o sistema de ficheiros da máquina onde o sistema de informação estará a correr e para armazenar a informação estrutural foram consideradas tecnologias de base de dados.

2.3.3 Base de Dados

Foram consideradas para uso na implementação as bases de dados *MySQL* e *PostgreSQL*.

MySQL

MySQL Server é destinado a sistemas de missão crítica com elevada carga de comunicação. É o sistema de gestão de base de dados *open source* mais popular, sendo que é desenvolvido, distribuído e suportado pela corporação Oracle. Muitas das maiores e mais rápidas organizações do mundo, incluindo o Facebook, Google, Adobe, Alcatel Lucent e Zappos confiam no *MySQL* para economizar tempo e dinheiro para alimentar seus sites, sistemas críticos e *software*.

MySQL server foi originalmente desenvolvido para lidar com grandes bases de dados de forma mais rápida que outras soluções existentes. Apesar de se encontrar em constante desenvolvimento, oferece um variado e útil conjunto de funcionalidades, a sua conectividade, velocidade e segurança tornam-o altamente adequado para aceder a bases de dados através da internet [46].

PostgreSQL

PostgreSQL é um sistema de base de dados objeto-relacional, que possui mais de 15 anos de desenvolvimento ativo e uma arquitetura que ganhou uma grande reputação pela integridade de dados e confiabilidade.

Segue o modelo ACID (atomicidade, consistência, isolamento, durabilidade), assegurando fiabilidade no processamento das transações.

A sua implementação SQL está em conformidade com o padrão ANSI-SQL:2008 [45].

Capítulo 3

Conceptualização da plataforma

Neste capítulo é abordada a arquitetura e todos os processos e entidades envolvidos na implementação de um sistema de informação web para visualização, produção e entrega de relatórios de sinais vitais. São listados os requisitos funcionais e não funcionais e é também apresentada a descrição detalhada dos módulos da solução proposta e descritos os processos e funções dos atores intervenientes na consulta e produção de relatórios. A modelação do sistema e processos é representada usando a notação UML (*Unified Modeling Language*).

3.1 Objetivos

A aplicação desenvolvida tem como objetivo implementar um sistema de informação com capacidades de visualização, análise e revisão de exames complementares de diagnóstico do tipo electrocardiograma standard. Esta aplicação baseada em *cloud* tem como ambição fornecer aos médicos cardiologistas/técnicos de saúde uma interface simples, atual e multi-dispositivo de gestão de estudos de cardiologia com funcionalidades de telemedicina. O sistema deve, portanto, permitir o envio ou coleta de exames para o servidor central, para que seja feita a análise e revisão por médicos cardiologistas e a consequente entrega dos relatórios associado à instituição remetente. Deve também permitir fácil acesso e consulta dos estudos armazenados no sistema. Estas funcionalidades deverão ser garantidas com uma interface gráfica simplificada com ferramentas de visualização dos estudos e elaboração do relatório. Este último, poderá apenas permanecer na plataforma para consulta ou no caso de validado pelo médico (assinado) devolvido à instituição remetente e permanecer na plataforma para consulta posterior.

3.2 Arquitetura aplicacional

O sistema desenvolvido usa mensagens de correio eletrónico normalizadas para gerir exames em uma unidade de saúde e devolver relatórios médicos assinados para as partes requerentes.

O armazenamento da caixa de correio é usado como base de dados temporária da plataforma e é regularmente observado pela sistema central de forma a atualizar a lista de exames pendentes listados no sistema. Sobre, e em paralelo com esta infra-estrutura de mensagens, foi desenvolvido um sistema em *Play Framework*, na linguagem de programação *Java*, que garante, mediante autenticação, um conjunto de serviços web que disponibilizam e interagem

com a plataforma web desenvolvida em *AngularJS*. Esta arquitetura é representada de forma estratificada como ilustrado na figura 3.1.

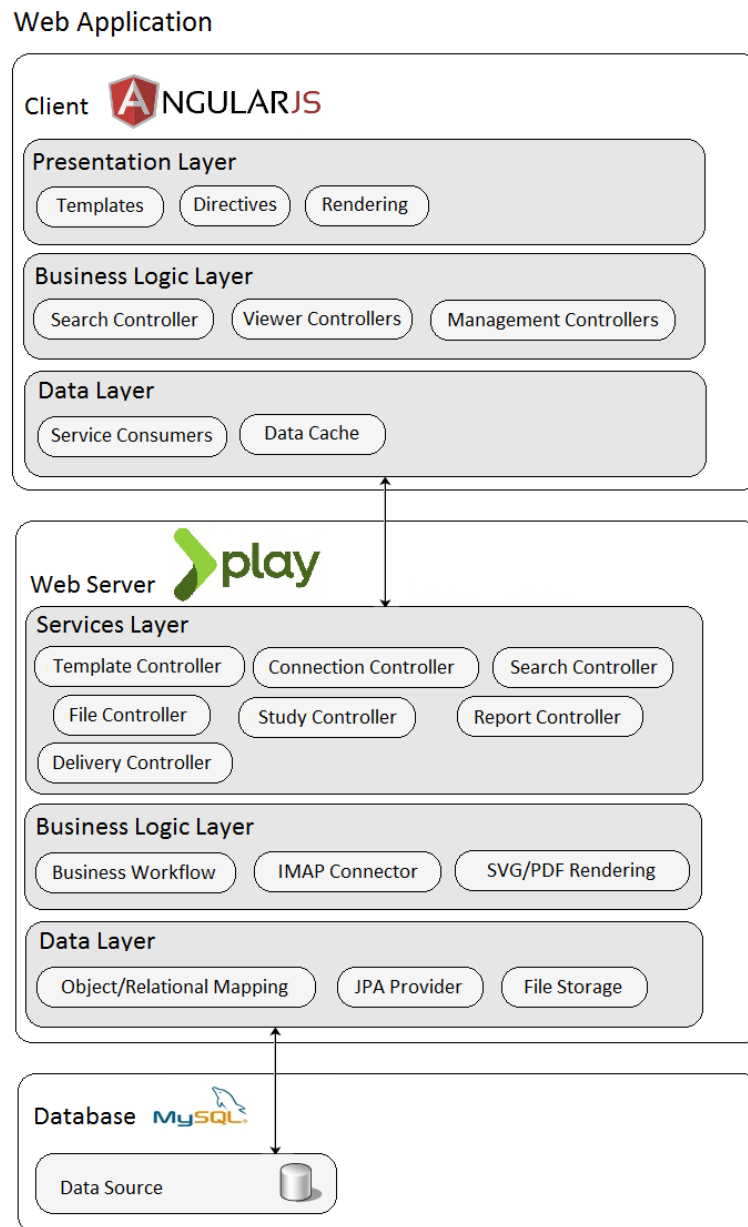


Figura 3.1: Arquitetura da aplicação.

Como suporte ao sistema de informação é utilizado um SGBD (Sistema de Gestão de Base de Dados). Foi escolhido *MySQL*, a base de dados é definida com *Hibernate ORM (Object/-Relational Mapping)* com o subsequente mapeamento para linguagem *SQL (Structured Query Language)*.

3.3 Descrição dos atores

Este sistema necessita, para o rápido e eficaz funcionamento desejado, da interação de diversos atores, entre eles, os técnicos da instituição de saúde e os médicos cardiologistas, estes últimos responsáveis pela validação (assinatura) dos exames. A utilização da plataforma web apresenta diferentes opções para os diferentes atores, dependendo estas, das funções a desempenhar por cada ator.

3.3.1 Técnico da instituição de saúde

Este ator tem como principal papel realizar o registo dos sinais vitais e será inculcida a este ator a inteira responsabilidade da qualidade mínima e fiabilidade dos mesmos. É também da responsabilidade deste ator a tarefa de enviar para o correio eletrónico da instituição os eletrocardiogramas em formato digital. O técnico da instituição de saúde pode também aceder ao portal web para efetuar algumas correções nos dados dos pacientes ou consulta/recolha de relatórios prévios da instituição a que pertence.

3.3.2 Médico Cardiologista

O ator médico cardiologista tem o papel de interpretação, ajuste, análise e validação dos dados através da plataforma. Para o efeito, a plataforma disponibiliza várias ferramentas, entre elas, as que permitem a visualização dos sinais vitais em diferentes disposições das derivações e/ou diferentes escalas.

3.4 Descrição dos casos de utilização

O sistema contém apenas uma área de utilização, sendo que o portal web disponibilizado apresenta (ou não) as funcionalidades de acordo com as permissões de cada ator, até porque alguns casos de utilização são possíveis para ambos os atores.

Os casos de utilização previstos estão representados na figura 3.2 pela *package* "área de trabalho", onde são ilustrados os casos de utilização para cada ator.

A descrição dos casos de utilização será feita por um diagrama de atividades e uma descrição detalhada dos mesmos em formato tabelar. As tabelas descritivas irão conter toda a informação relativa aos casos de utilização, tais como âmbito, finalidade, atores intervenientes, pré-condições, sequência típica dos eventos e aspetos em aberto.

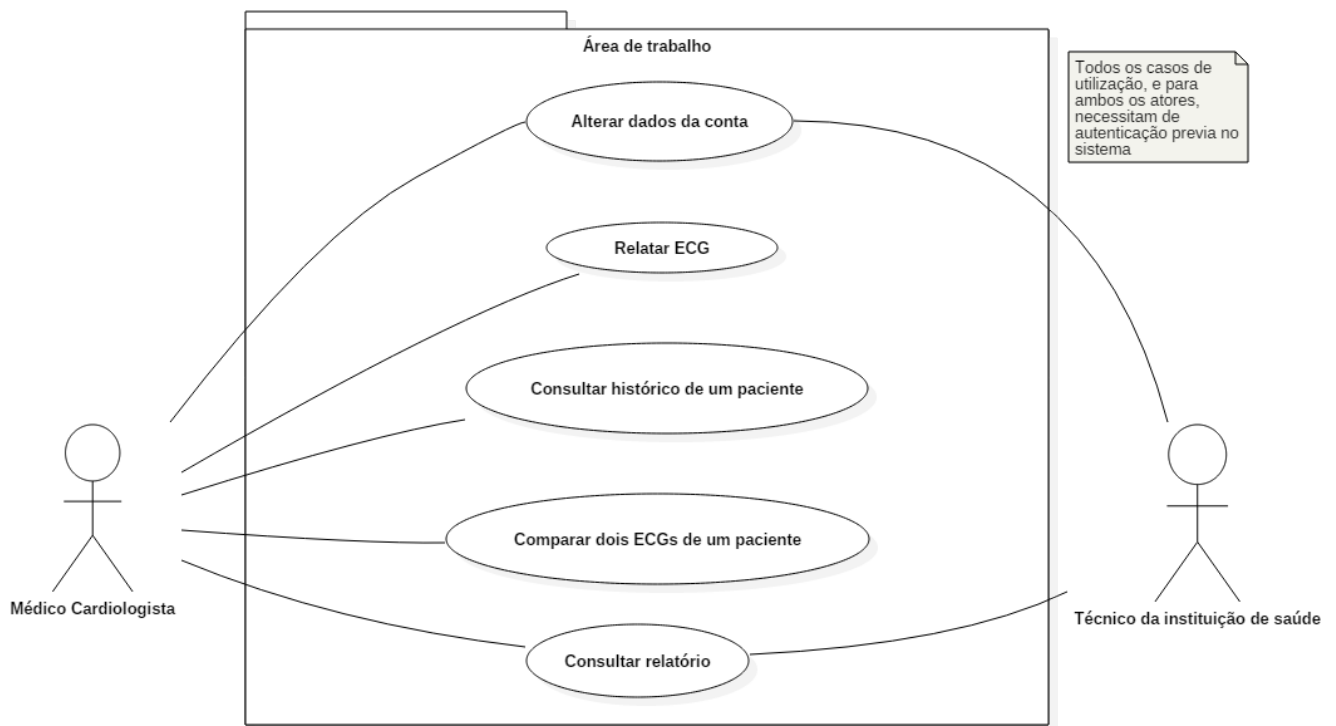


Figura 3.2: Diagrama dos casos de utilização

3.4.1 CaU1. Alterar dados da conta (Médico Cardiologista ou Técnico da instituição de saúde)

A tabela 3.1 descreve em detalhe o caso de utilização “Alterar dados da conta”.

Nome	CaU1. Alterar dados da conta
Âmbito	Sistema de informação web para gestão de sinais vitais
Finalidade	Alterar os dados pessoais ou credenciais de acesso
Atores	Médico Cardiologista ou Técnico da instituição de saúde
Pré-condições	Conta de utilizador existente.
Sequência típica dos eventos	<ol style="list-style-type: none">1. O utilizador autentica-se no sistema.2. O sistema apresenta a interface.3. O utilizador seleciona a opção de alterar dados da conta.4. O sistema apresenta dados da conta atuais.5. O utilizador altera os dados pretendidos.6. O sistema guarda as alterações efetuadas.
Aspectos em aberto	Inexistentes

Tabela 3.1: Descrição do caso de utilização “Alterar dados da conta”

Na figura 3.3 está representado o diagrama de actividades do caso de utilização “Alterar dados da conta”.

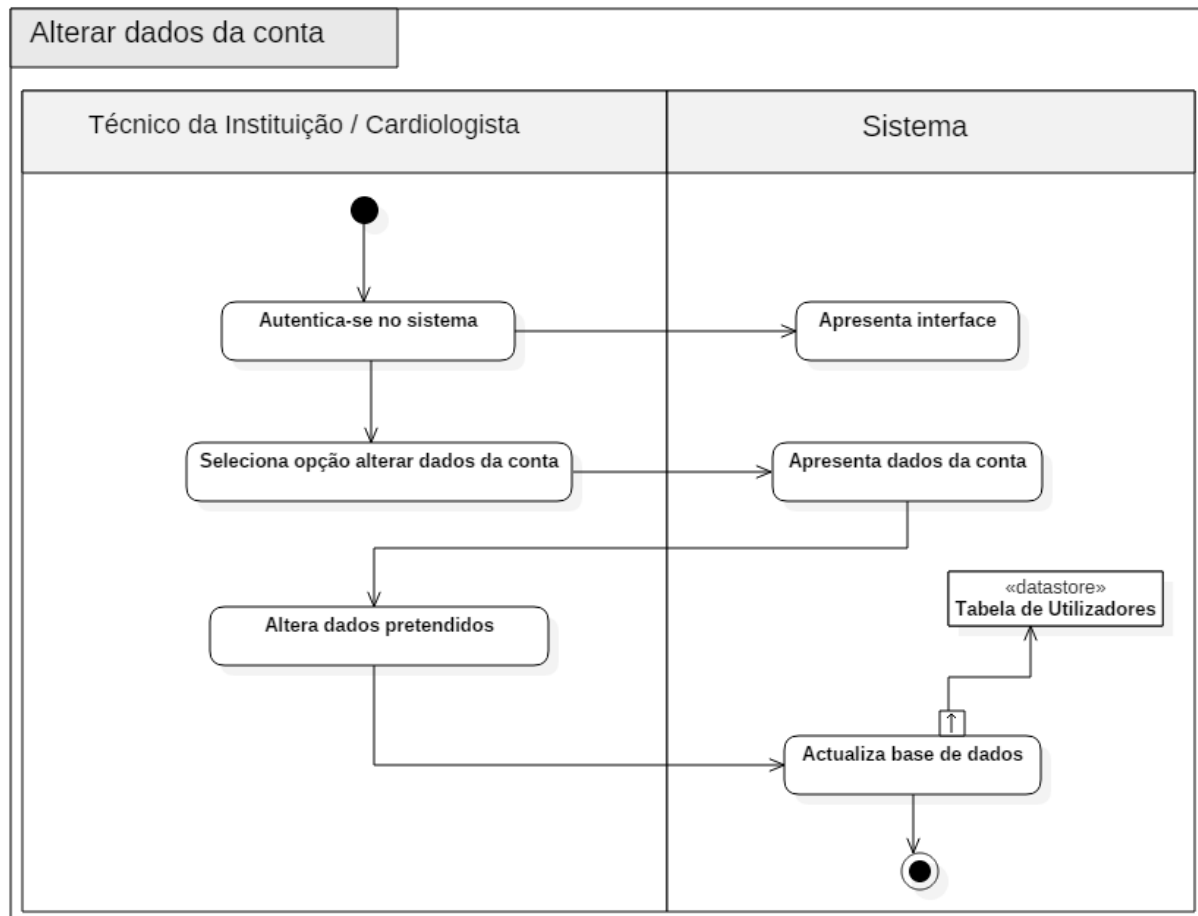


Figura 3.3: Diagrama de actividades do caso de utilização “Alterar dados da conta”

3.4.2 CaU2. Relatar ECG (Médico Cardiologista)

A tabela 3.2 descreve em detalhe o caso de utilização “Relatar ECG”.

Nome	CaU2. Relatar ECG
Âmbito	Sistema de informação web para gestão de sinais vitais
Finalidade	Produzir um relatório para o exame em causa
Atores	Médico Cardiologista
Pré-condições	Existem exames ECG no sistema.
Sequência típica dos eventos	<ol style="list-style-type: none">1. O utilizador autentica-se no sistema.2. O sistema apresenta a interface.3. O utilizador pesquisa pelo exame ECG pretendido.4. O sistema apresenta resultados de pesquisa.5. O utilizador seleciona exame ECG a relatar.6. O sistema realiza a transferência de dados do exame e desenha o traçado.7. O utilizador relata e assina o relatório para o exame.8. O sistema atualiza a base de dados.
Aspectos em aberto	Inexistentes

Tabela 3.2: Descrição do caso de utilização “Relatar ECG”

Na figura 3.4 está representado o diagrama de actividades do caso de utilização “Relatar ECG”.

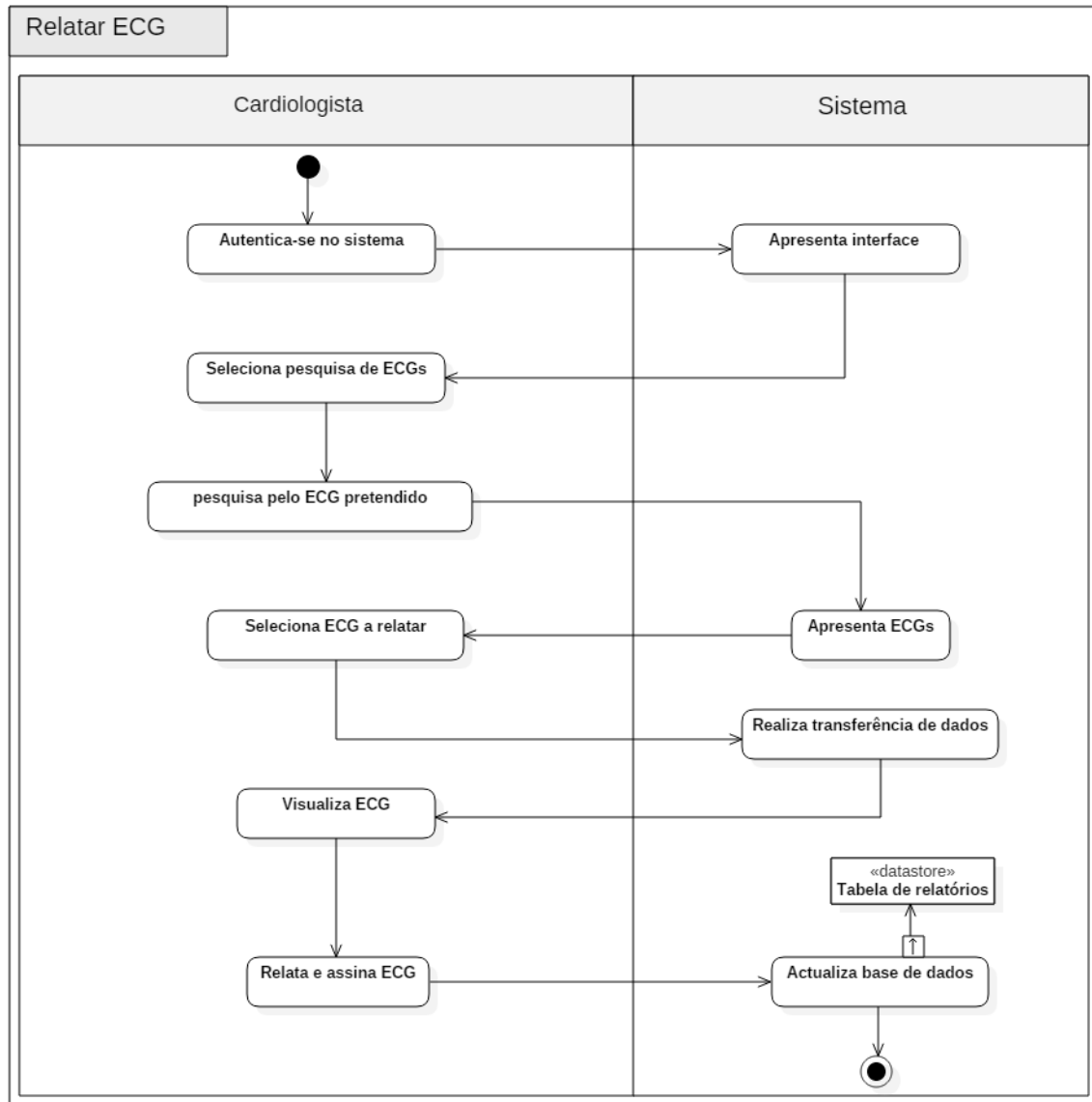


Figura 3.4: Diagrama de actividades do caso de utilização “Relatar ECG”

3.4.3 CaU3. Consultar histórico de um paciente (Médico Cardiologista)

A tabela 3.3 descreve em detalhe o caso de utilização “Consultar histórico de um paciente”.

Nome	CaU3. Consultar histórico de um paciente
Âmbito	Sistema de informação web para gestão de sinais vitais
Finalidade	Consultar o histórico de um paciente
Atores	Médico Cardiologista
Pré-condições	Paciente em questão possui exames ECG na plataforma.
Sequência típica dos eventos	<ol style="list-style-type: none">1. O utilizador autentica-se no sistema.2. O sistema apresenta a interface.3. O utilizador pesquisa pelo paciente pretendido.4. O sistema apresenta resultados de pesquisa.5. O utilizador seleciona um dos exames ECG do paciente.6. O sistema realiza a transferência de dados do exame e desenha o traçado.7. O utilizador seleciona a opção histórico do paciente.8. O sistema apresenta a lista de ECGs do paciente.9. O utilizador navega na lista de ECGs do paciente.
Aspectos em aberto	Inexistentes

Tabela 3.3: Descrição do caso de utilização “Consultar histórico de um paciente”

Na figura 3.5 está representado o diagrama de actividades do caso de utilização “Consultar histórico de um paciente”.

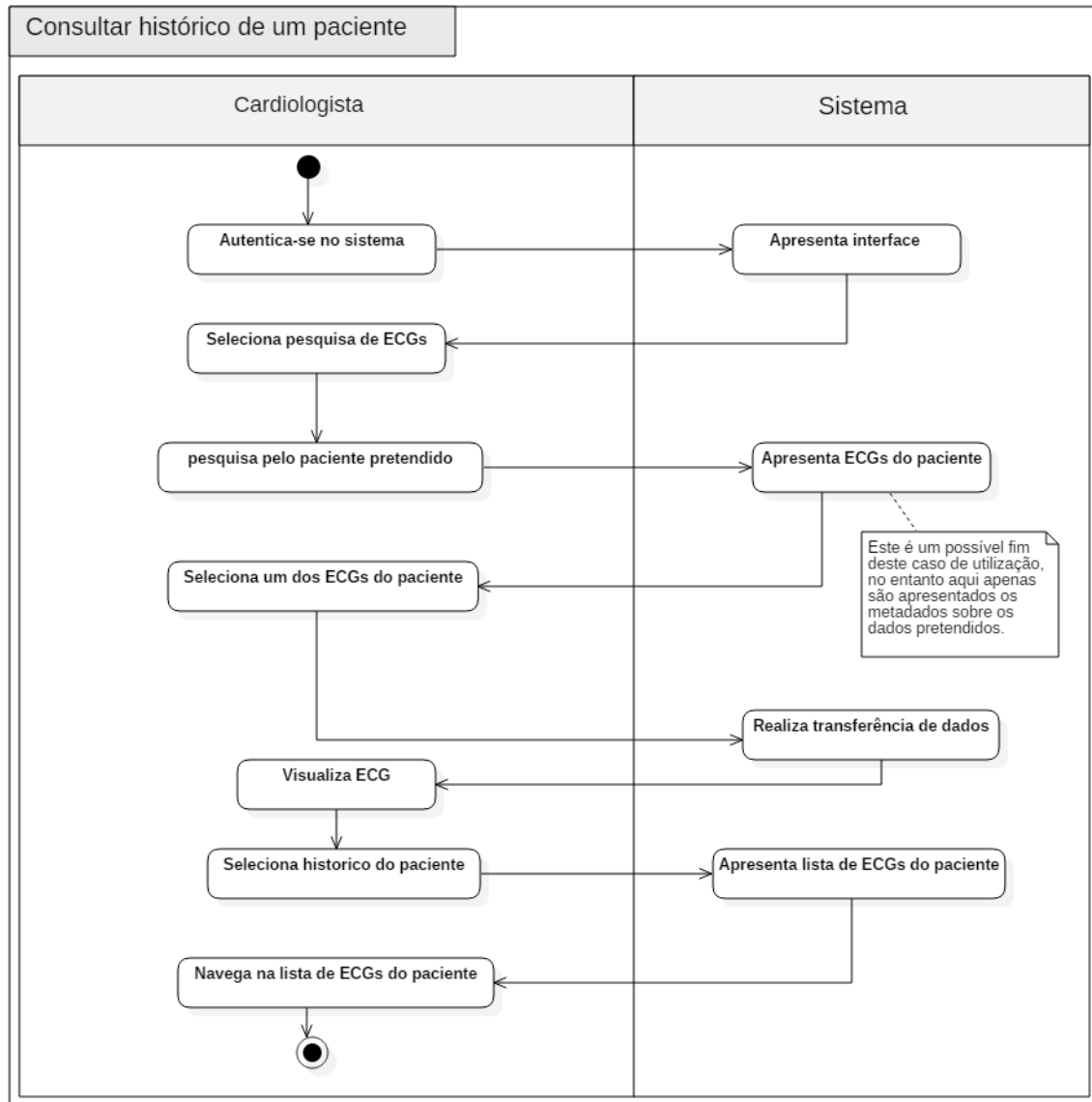


Figura 3.5: Diagrama de atividades do caso de utilização “Consultar histórico de um paciente”

3.4.4 CaU4. Comparar dois ECGs de um paciente (Médico Cardiologista)

A tabela 3.4 descreve em detalhe o caso de utilização “Comparar dois ECGs de um paciente”.

Nome	CaU4. Comparar dois ECGs de um paciente
Âmbito	Sistema de informação web para gestão de sinais vitais
Finalidade	Comparar novos exames com o historial do paciente
Atores	Médico Cardiologista
Pré-condições	Paciente em questão possui pelo menos dois exames ECG na plataforma.
Sequência típica dos eventos	<ol style="list-style-type: none">1. O utilizador autentica-se no sistema.2. O sistema apresenta a interface.3. O utilizador pesquisa pelo paciente pretendido.4. O sistema apresenta resultados de pesquisa.5. O utilizador seleciona um dos exames ECG do paciente.6. O sistema realiza a transferência de dados do exame e desenha o traçado.7. O utilizador seleciona a opção histórico do paciente.8. O sistema apresenta a lista de ECGs do paciente.9. O utilizador escolhe exame ECG para comparação.10. O sistema desenha ambos os exames.
Aspectos em aberto	Inexistentes

Tabela 3.4: Descrição do caso de utilização “Comparar dois ECGs de um paciente”

Na figura 3.6 está representado o diagrama de actividades do caso de utilização “Comparar dois ECGs de um paciente”.

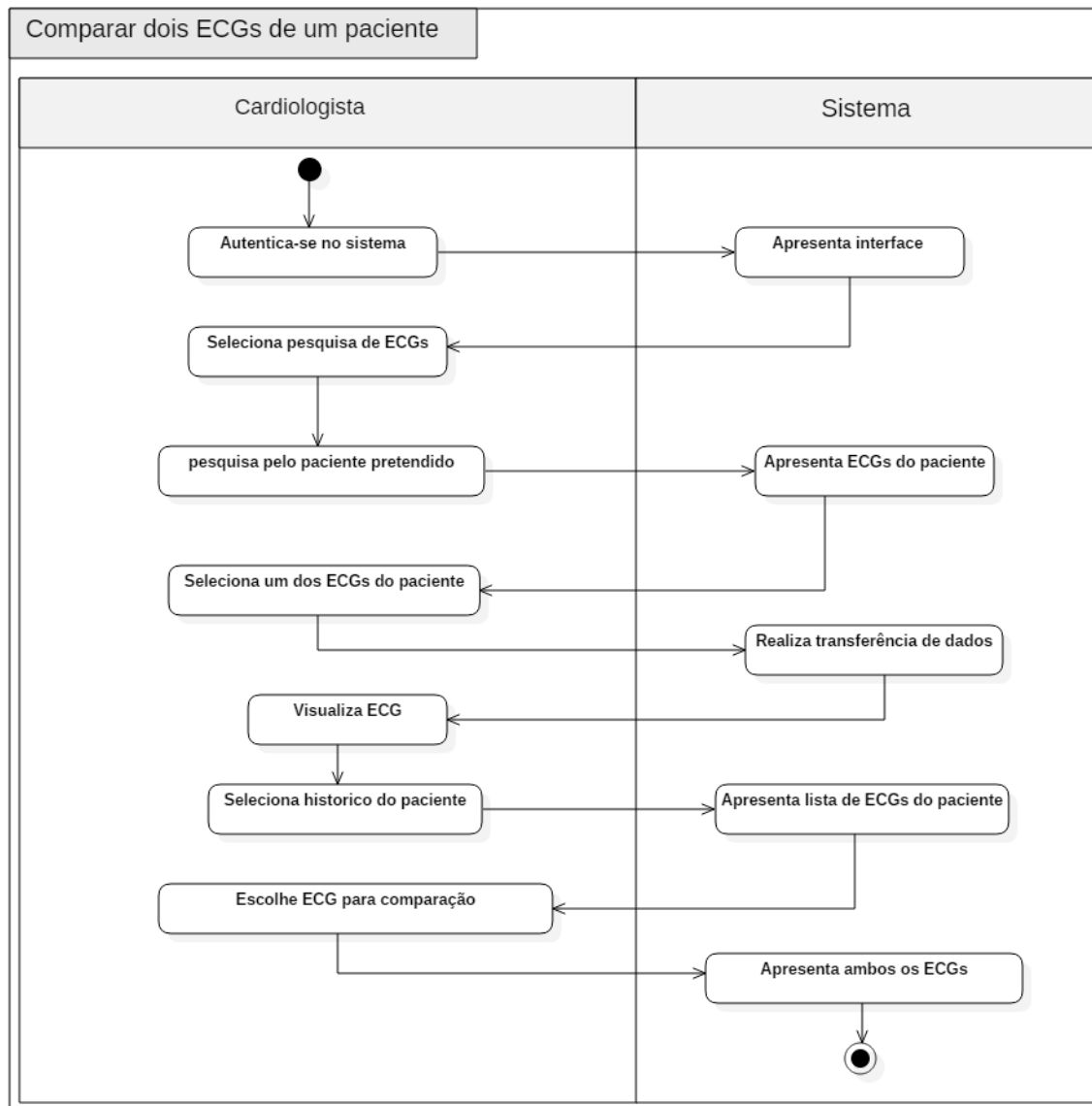


Figura 3.6: Diagrama de actividades do caso de utilização “Comparar dois ECGs de um paciente”

3.4.5 CaU5. Consultar relatório (Médico Cardiologista ou Técnico da instituição de saúde)

A tabela 3.5 descreve em detalhe o caso de utilização “Consultar relatório”.

Nome	CaU5. Consultar relatório
Âmbito	Sistema de informação web para gestão de sinais vitais
Finalidade	Consulta, download ou impressão de um relatório
Atores	Médico Cardiologista ou Técnico da instituição de saúde
Pré-condições	Exame ECG com relatório assinado.
Sequência típica dos eventos	<ol style="list-style-type: none">1. O utilizador autentica-se no sistema.2. O sistema apresenta a interface.3. O utilizador seleciona pesquisa de relatórios.4. O utilizador pesquisa pelo relatório pretendido.5. O sistema apresenta resultados de pesquisa.6. O utilizador seleciona relatório a visualizar.7. O sistema realiza a transferência de dados do relatório em formato pdf.8. O sistema apresenta o relatório.
Aspectos em aberto	Inexistentes

Tabela 3.5: Descrição do caso de utilização “Consultar relatório”

Na figura 3.7 está representado o diagrama de actividades do caso de utilização “Consultar relatório”.

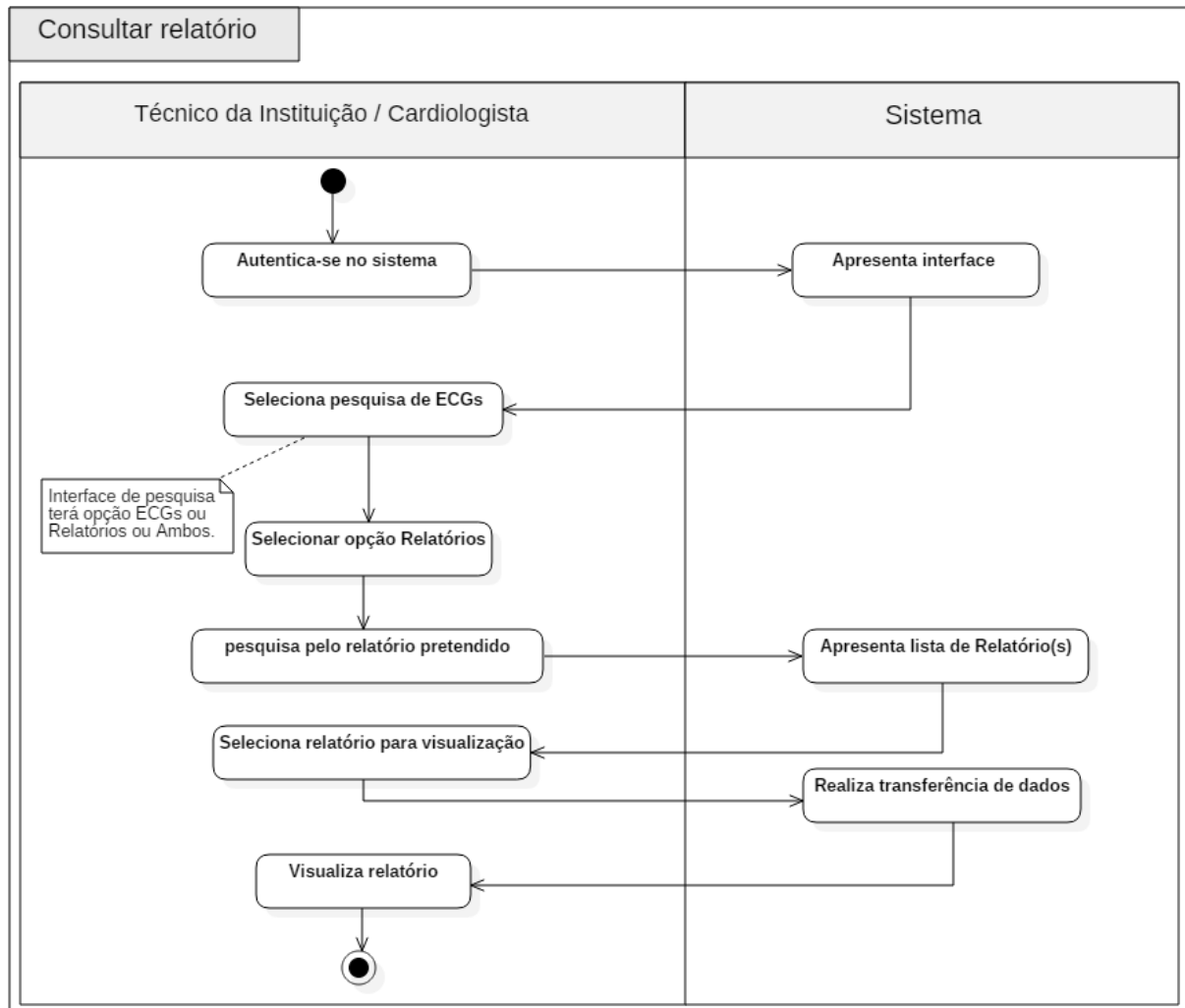


Figura 3.7: Diagrama de actividades do caso de utilização “Consultar relatório”

Capítulo 4

Implementação da plataforma

Neste capítulo vão ser abordados os processos envolvidos na implementação da plataforma, incluindo o modelo físico de base de dados, os serviços implementados em *Play Framework*, processo de autenticação e aplicação web implementada em *AngularJS*.

4.1 Base de dados

O modelo físico de base dados simplificado está ilustrado na figura 4.1, que será abordado por partes que implementam lógica distinta.

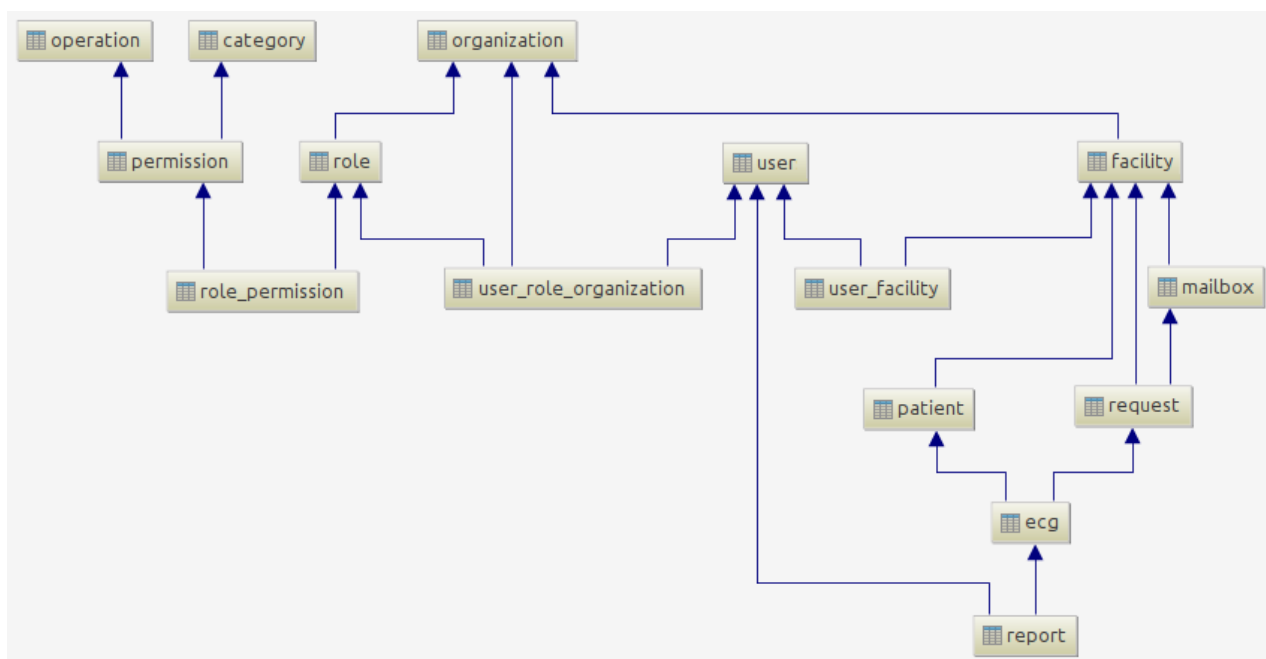


Figura 4.1: Modelo físico de base dados simplificado

4.1.1 Hierarquia organizacional

A base de dados suporta organizações isoladas, cada qual com suporte para múltiplos centros onde são inseridos os utilizadores, conforme ilustrado na figura 4.2.

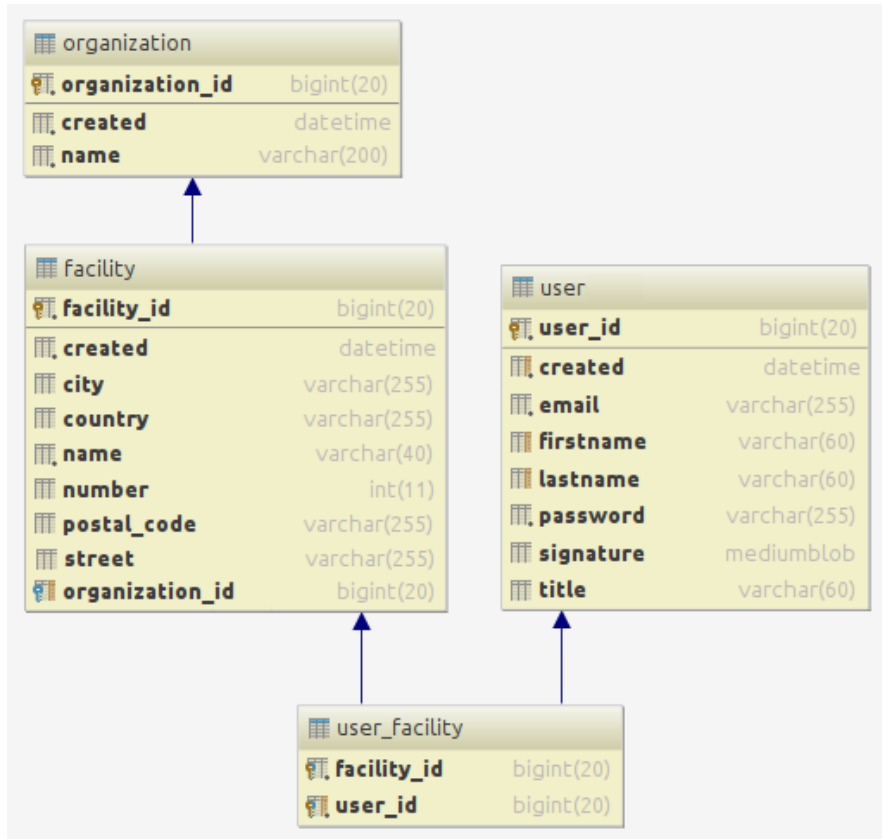


Figura 4.2: Parte lógica de hierarquia organizacional do modelo físico de base dados

De forma a garantir o funcionamento da plataforma e fácil distribuição, o serviço garante uma estrutura mínima de funcionamento, isto é, no caso de as tabelas de base de dados *organization* e *facility* se encontrem vazias estas serão preenchida com uma organização e centro por defeito.

4.1.2 Controlo de acesso

O controlo de acesso baseado no papel desempenhado, ou *role-based-access-control* (RBAC) é um mecanismo de controlo de acesso definido em torno de funções e privilégios. Os componentes do RBAC, como as permissões e o papel de usuário, encapsulam e tornam simples as atribuições e controlo de acesso aos usuários.

O modelo físico que implementa esta lógica está ilustrado na figura 4.3. Os papeis de usuário são definidos ao nível da organização sendo eles de uso em todos os centros pertencentes à organização.

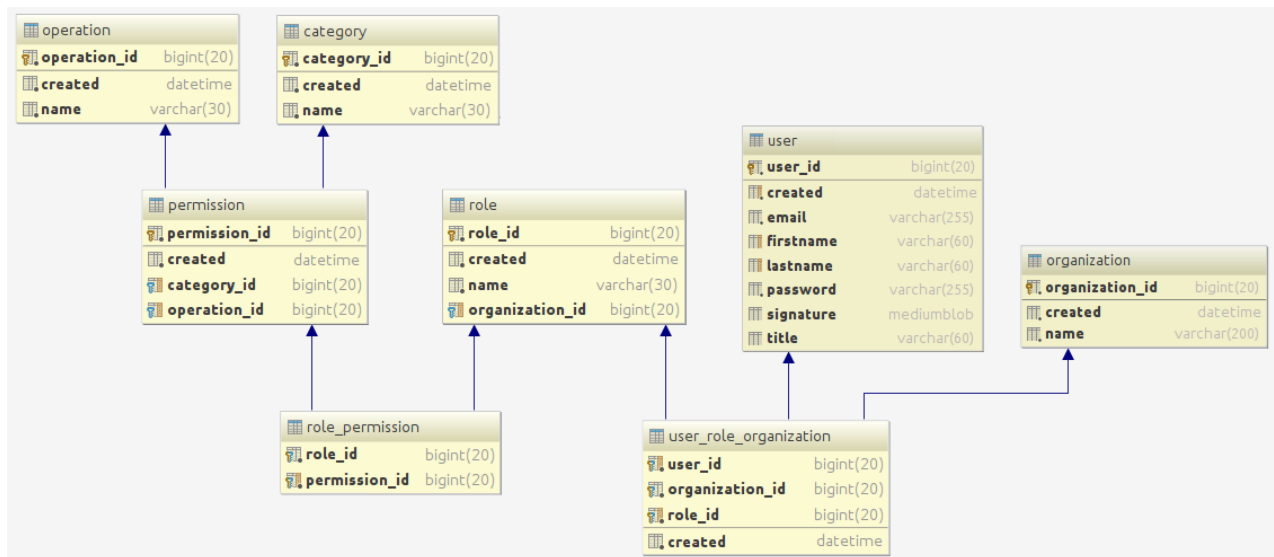


Figura 4.3: Parte lógica de controlo de acesso do modelo físico de base dados

Na tabela User existem um campo que merece destaque, a *password*. Esta é armazenada aplicando *salted password hashing*, uma transformação unidirecional da *password* numa *fingerprint* de tamanho fixo, evitando assim o comprometer deste dado sensível em caso de falhas de segurança.

Também para os mecanismo de RBAC é garantida uma estrutura mínima de funcionamento, associando à organização por defeito papeis atribuíveis aos usuários. Estrutura que se encontra ilustrada na figura 4.4 em formato *json*, segundo a seguinte nomenclatura:

```
{role : { category : [operation , ... ] } }
```

```

1 {
2   "Administrator" : {
3     "Organization" : ["VIEW", "CREATE", "EDIT", "REMOVE"],
4     "Facility" : ["VIEW", "CREATE", "EDIT", "REMOVE"],
5     "User" : ["VIEW", "CREATE", "EDIT", "REMOVE"],
6     "Report" : ["VIEW", "REMOVE"],
7     "Ecg" : ["VIEW", "REMOVE"]
8   },
9   "Healthcare professional" : {
10    "Ecg" : ["VIEW", "CREATE", "EDIT", "REMOVE"],
11    "Report" : ["VIEW"]
12  },
13  "Physician" : {
14    "Ecg" : ["VIEW", "REMOVE"],
15    "Report" : ["VIEW", "CREATE", "EDIT", "REMOVE"],
16    "Deliver" : ["CREATE", "VIEW"]
17  }
18 }
  
```

Figura 4.4: Papeis por defeito e sua estrutura.

4.1.3 Organização de estudos

Na figura 4.5 encontra-se ilustrada a parte lógica de organização de estudos do modelo físico de base dados.

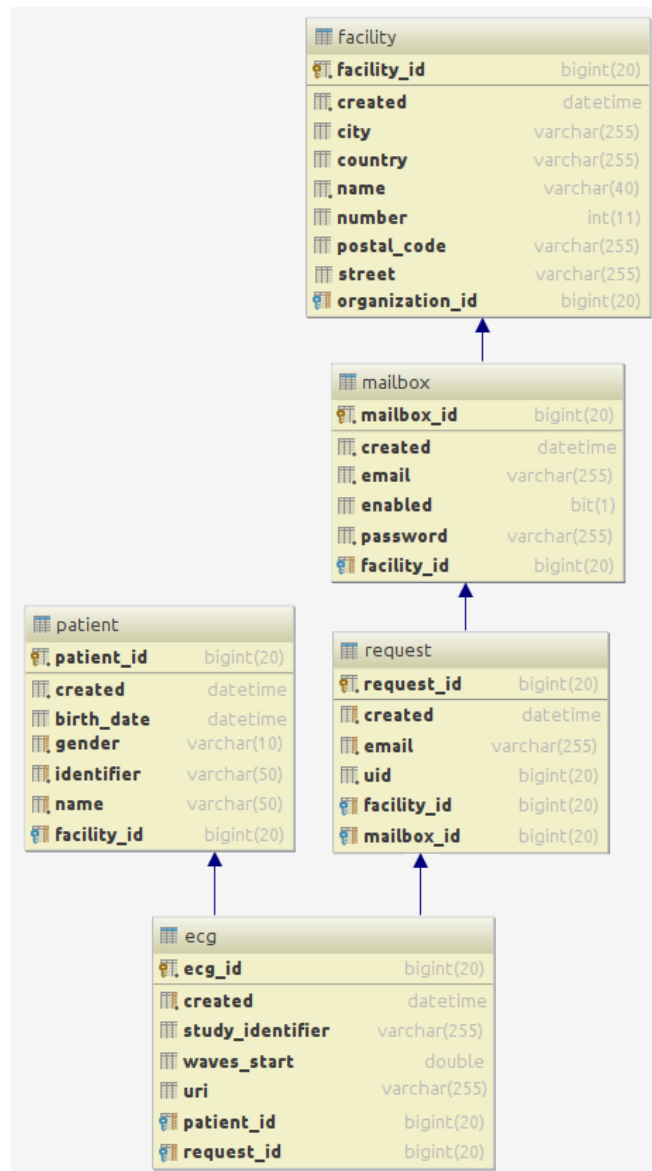


Figura 4.5: Parte lógica de organização de estudos do modelo físico de base dados

4.1.4 Relatórios

Na figura 4.6 encontra-se ilustrada a parte lógica de relatórios do modelo físico de base dados.

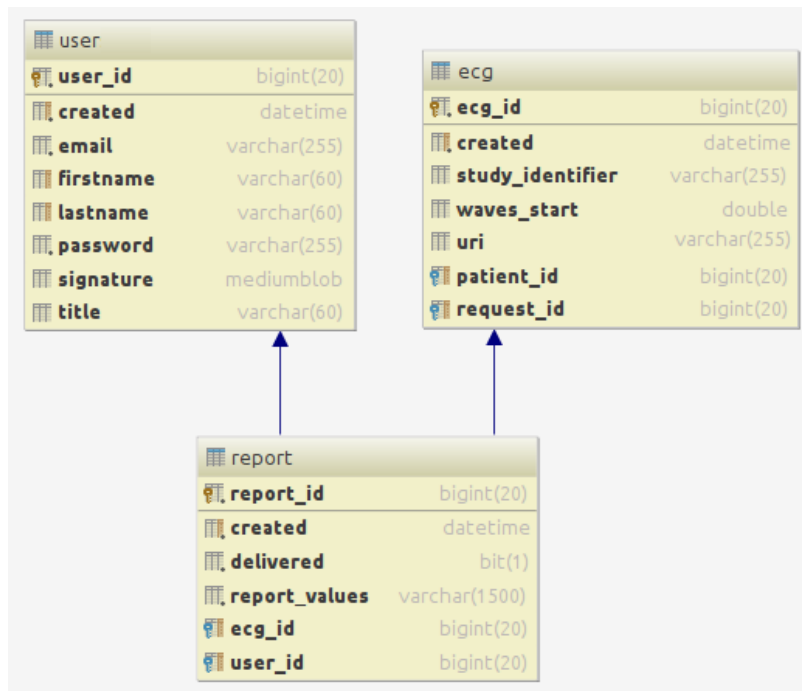


Figura 4.6: Parte lógica de relatórios do modelo físico de base dados

4.2 Serviços Web

Nesta secção serão listados os serviços de maior relevância implementados, separados pelos seus controladores.

4.2.1 Controlador de templates

Método HTTP: GET, rota: /

Este serviço disponibiliza o *template* HTML da página inicial, onde se efetua a autenticação.

Método HTTP: GET, rota: /search

Este serviço disponibiliza o *template* HTML da página de pesquisa.

Método HTTP: GET, rota: /report

Este serviço disponibiliza o *template* HTML da página de visualização de estudos e produção de relatórios.

Método HTTP: GET, rota: /manage

Este serviço disponibiliza o *template* HTML da página de gestão.

Método HTTP: GET, rota: /modal/account

Este serviço disponibiliza o *template* HTML do formulário de edição dos dados da conta do utilizador.

Método HTTP: GET, rota: /modal/patient

Este serviço disponibiliza o *template* HTML do formulário de edição dos dados do paciente.

Método HTTP: GET, rota: /modal/upload

Este serviço disponibiliza o *template* HTML do formulário de adição de estudos.

Método HTTP: GET, rota: /modal/ecgbox

Este serviço disponibiliza o *template* HTML da janela de visualização de relatórios.

4.2.2 Controlador de conexão

Método HTTP: POST, rota: /

Este serviço recebe as credenciais do utilizador, verifica se são válidas e redireciona o utilizador para a rota de pesquisa em caso afirmativo.

Método HTTP: GET, rota: /logout

Este serviço termina a sessão do utilizador e redireciona-o para a página inicial.

4.2.3 Controlador de ficheiros

Método HTTP: POST, rota: /facility/:facId/upload

Este serviço recebe os ficheiros e proveniência pretendida do formulário de adição de estudos.

Valida se se trata de um ficheiro válido e em caso afirmativo adiciona-o no sistema.

4.2.4 Controlador de pesquisa

Método HTTP: GET, rota: /search/serverside

Este serviço recebe os parametro de pesquisa do formulário preenchido pelo utilizador, devolvendo os resultados. Nos parametros de pesquisa para além dos dados do formulário são também incluídos o formato de ordenação selecionado, a quantidade de entradas por página de resultados e a página em que o utilizador se encontra. Desta forma os resultados devolvidos são limitados aos que de facto estão a ser visualizados possibilitando uma *query* com resultados limitados, o que faz com que a resposta à pesquisa seja mais rápida.

4.2.5 Controlador de estudos

Método HTTP: GET, rota: /volatile/ecg/:ecgId

Este serviço devolve os dados voláteis do eletrocardiograma identificado no pedido.

Método HTTP: GET, rota: /persistent/ecg/:ecg/:mmSec/:mmMV

Este serviço devolve as ondas em formato SVG, desenhado nas escalas pretendidas, do eletrocardiograma identificado no pedido.

Método HTTP: POST, rota: /delete/ecg/:id

Este serviço remove o eletrocardiograma identificado no pedido.

4.2.6 Controlador de relatórios

Método HTTP: POST, rota: /report

Este serviço cria um relatório em base de dados para o eletrocardiograma identificado no corpo do pedido. Também no corpo do pedidos são recebidos o texto de relatório e dados do paciente a serem impressos no relatório.

Método HTTP: GET, rota: /report/:id

Este serviço devolve o relatório identificado em formato pdf.

Método HTTP: GET, rota: /report/preview/:ecgId/:params

Este serviço devolve um relatório de pré-visualização (não assinado) em formato pdf, com os pamametros passados na url.

4.2.7 Controlador de entregas

Método HTTP: POST, rota: /deliver

Este serviço entrega os relatórios, para os quais os identificadores são passados no corpo do pedido, à proveniência a que o seu eletrocardiograma está anexado.

4.3 Segurança e autenticação de utilizadores

A aplicação lida com dados privados aos quais o acesso deve ser restrito a utilizadores registados e com as devidas permissões e autorização. Para isso foi utilizado uma combinação do mecanismo de autenticação da *Play Framework* conjugado com mecanismo de RBAC acima descrito.

O processo de autenticação pode ser descrito em momentos distintos, sendo eles a autenticação propriamente dita e a comunicação após autenticação.

O processo de autenticação é feito de acordo com o ilustrado na figura 4.7 e é constituído pelos seguintes passos:

- Envio das credenciais de utilizador para o serviço web.
- Acesso à base de dados pelo serviço web para validação das credenciais, verificando se existe uma correspondência entre o utilizador e *password* recebidos com os armazenados em base de dados.
- No caso de validação com sucesso, geração de um *token* pelo serviço web que será associado ao utilizador que tenta aceder à aplicação para validação de comunicações futuras.
- Envio do *token* para o utilizador, para que este o use na próxima comunicação da sessão iniciada.

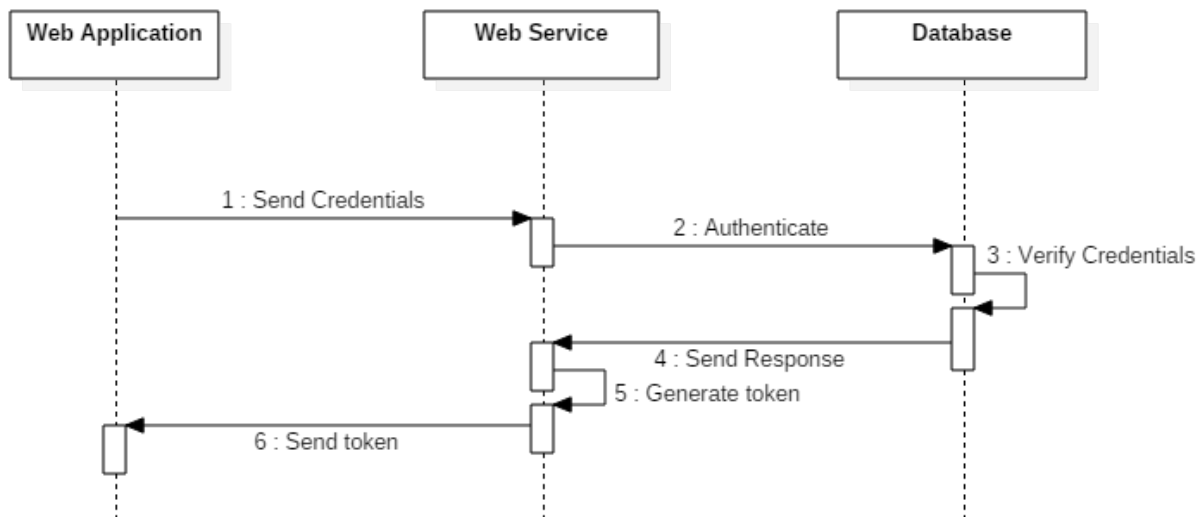


Figura 4.7: Fluxo de autenticação

Quando o utilizador já tem uma sessão iniciada, este passará a enviar um *token* no cabeçalho de cada pedido através do campo de cabeçalho *PLAY_SESSION*.

Na figura 4.8 está ilustrado o fluxo de comunicação relativo a quando o utilizador já tem uma sessão ativa.

A cada pedido o *token* é colocado no cabeçalho para que o serviço possa verificar o utilizador e enviar na resposta um novo *token* com o intuito de ser usado no pedido seguinte.

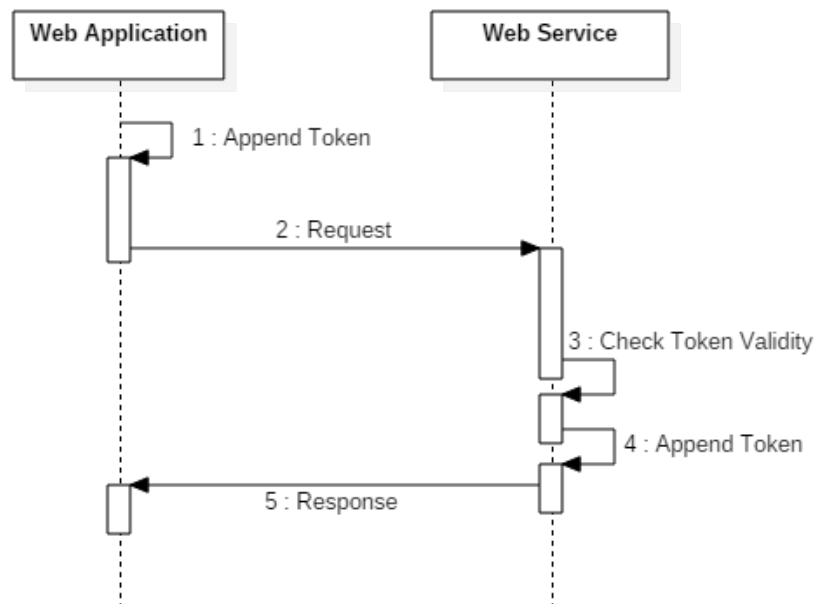


Figura 4.8: Fluxo de comunicação

4.4 Aplicação Web

Nesta secção serão abordados os processos envolvidos na implementação da aplicação *web* do lado do cliente.

4.4.1 Estrutura da aplicação

Para o desenvolvimento da aplicação do lado do cliente foi escolhida a *framework AngularJS*, trata-se de uma *framework* de desenvolvimento estritamente direcionada para o lado do cliente (*browser*), o que garantiu uma simples integração com a *framework* escolhida para o lado do servidor.

Embora o uso de *JavaScript* nativo juntamente com bibliotecas auxiliares como *jQuery* e *Underscore* permitam a implementação por inteiro da aplicação pretendida, o uso de uma *framework JavaScript* como *AngularJS* permite o desenvolvimento modular com rápida e simples reutilização de código, tal como uma maior escalabilidade da solução.

Uma das funcionalidades nucleares e apelativas do *AngularJS* é a capacidade de sincronização bidirecional de dados entre o *model* e a *view*, o que garante a todo o instante o sincronismo entre o que o utilizar final visualiza com os dados em memória. Esta *framework* segue o princípio de *Single Page Application*, em que toda a interação é feita na mesma página. Para persistir o estado ou localização na aplicação, o *AngularJS* dispõe de *routes* que possibilitam o navegar pela aplicação como se de diferentes páginas se tratassem. Esta característica embora implique o carregar de todas as funcionalidades de uma só vez aquando do acesso à página inicial, traz como benefício a navegação subsequente sem demoras de carregamento dos elementos do DOM.

Desta forma, e com o uso desta *framework*, foi possível organizar o desenvolvimento da aplicação por módulos. O diagrama representado na figura 4.9 caracteriza a arquitetura escolhida para a aplicação web.

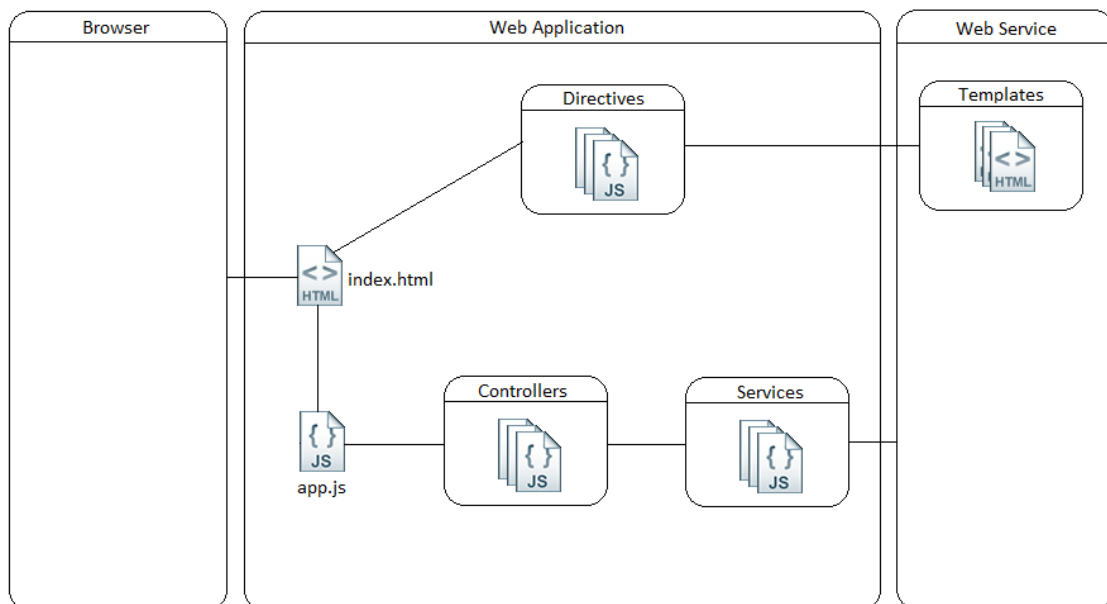


Figura 4.9: Arquitetura da Aplicação Web

Neste projeto foram utilizadas diretivas para encapsular *templates HTML*, fornecidos mediante autenticação e autorização pelos *Web Service*, que serão injetadas no DOM mediante o estado da aplicação descrito por *routes* em *app.js*.

A lógica aplicacional e manuseamento dos dados apresentados (*model*) é feita em módulos distintos para cada diretiva (*Controllers*) com o uso de serviços para encapsular alguma lógica mais complexa de interação com o modelo, tal como encapsular o consumo de serviços dos *Web Service*, promovendo assim a legibilidade e escalabilidade da solução.

4.4.2 Traçado eletrocardiográfico e suas funcionalidades

O desenho do traçado eletrocardiográfico foi conseguido com o uso de *Scalable Vector Graphics* (SVG), um formato de imagem vetorial baseado em XML para gráficos bidimensionais com suporte para interatividade e animação.

As ondas são geradas neste formato do lado servidor e enviadas para o cliente na sua totalidade, no entanto devido às possíveis limitações espaciais dos dispositivos do utilizador apenas parte das ondas podem ser visualizadas. De forma a ser possível visualizar o máximo possível foi utilizado o mecanismo SVG de *clipPath* sobre as ondas para ocultar as porções que fariam exceder o espaço disponível de visualização. Desta forma com o uso de translações das ondas sobre o eixo dos *xx* foi implementado a funcionalidade interativa de reprodução das ondas à velocidade escolhida na escala *mm/s* (milímetros por segundo), sendo assim possível contrariar as limitações espaciais dos dispositivos permitindo a visualização por completo do estudo.

4.4.3 Caching de dados

De forma a garantir um rápido acesso à lista de estudos pretendidos e também evitar múltiplos pedidos para o mesmo estudo foi implementado um mecanismo de *caching* de dados.

Para a aplicação desenvolvida cada estudo é divisível em dois tipos de dados distintos, sendo eles dados persistentes, que permanecem inalteráveis, como os sinais eletrocardiográficos que dado a sua característica de imutabilidade podem ser armazenados no dispositivo do utilizador para acessos futuros sem prazo limite, e dados voláteis, isto é, dados passíveis de sofrerem alterações tais como relatório e dados biográficos do paciente.

Assim sendo e para que haja uma garantia de consistência dos dados visualizados, os dados voláteis são carregados para a memória do *browser* do utilizador sempre que é feita uma nova visualização de uma lista de estudos, e os dados persistentes são armazenados em disco e carregados para a memória sem que haja um novo pedidos dos mesmos.

A figura 4.10 ilustra o mecanismo de *caching* implementado, a cada pedido é feita a verificação se os dados voláteis já se encontram em memória, fazendo o pedido dos mesmos em caso negativo, de seguida é feita a verificação se os dados persistentes já se encontram em *cache*, fazendo o pedido e armazenando-os em caso negativo, que de seguida são carregados da *cache* para a memória do *browser*.

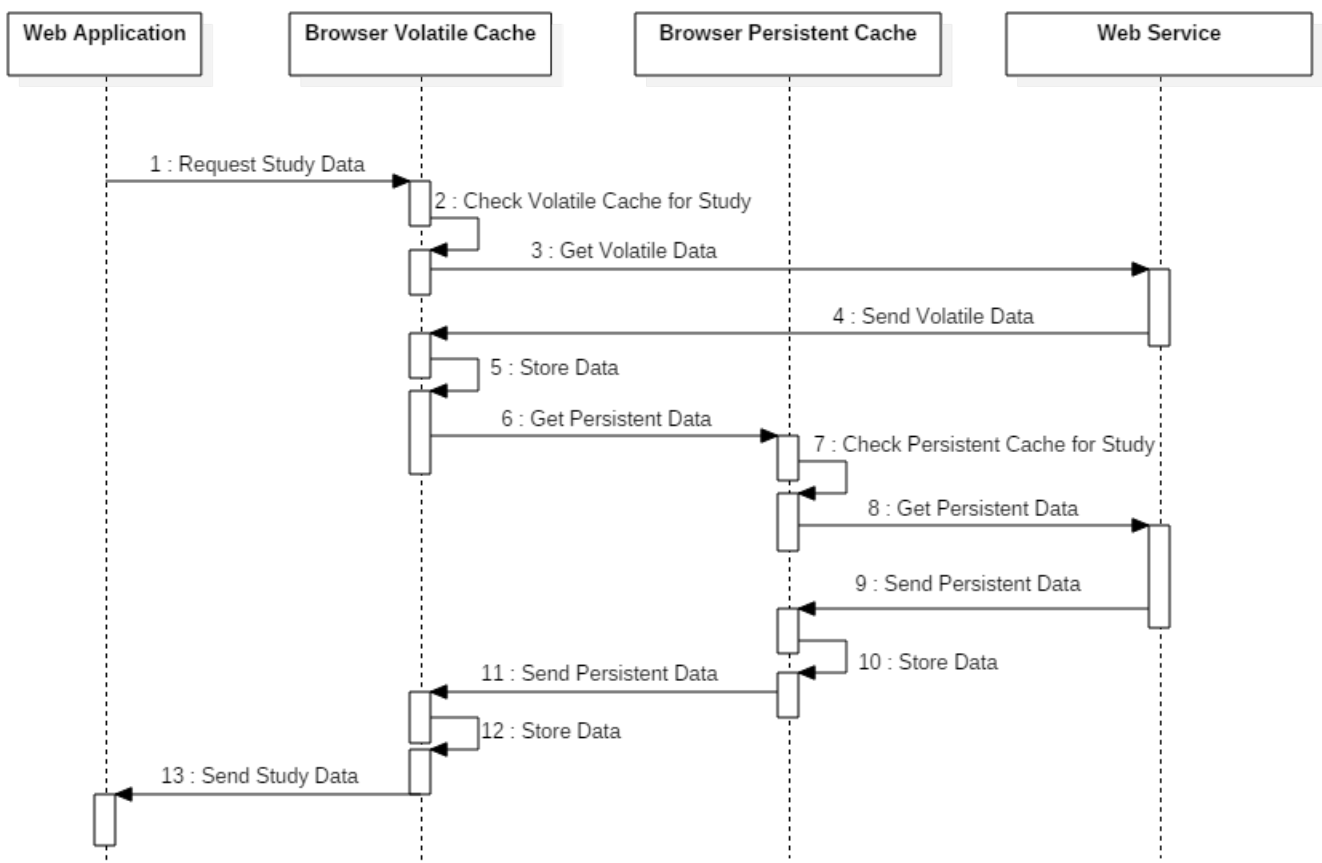


Figura 4.10: Fluxo de caching de dados

Deste modo fazendo pedidos de uma forma ordenada e em sequência para cada estudo na lista de visualização aquando do seu início, faz com que os estudos sejam carregados de uma forma eficiente, isto é, sem que haja pedidos desnecessários ao servidor, mas também torna a experiência de visualização de estudos fluida e sem demoras.

Capítulo 5

Resultados e discussão

Neste capítulo vão ser listados os resultados obtidos, focando-se no aspeto visual e inerente funcionamento das opções implementadas.

5.1 Pagina inicial

Na pagina inicial é apresentado o formulário de autenticação, onde o utilizador deve introduzir as suas credenciais de acesso. Como ilustrado na figura 5.1 o formulário contem os campos email e password.

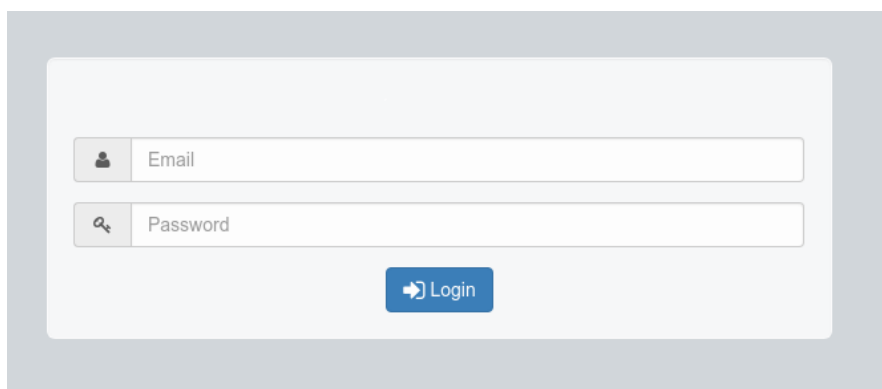
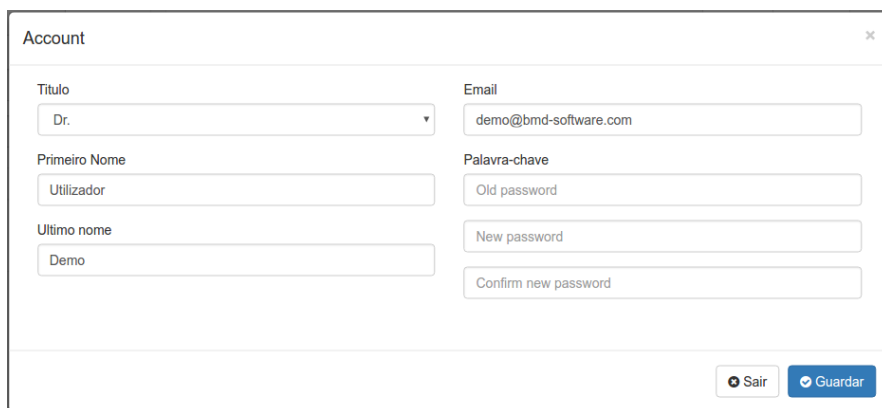
A imagem mostra um formulário de autenticação centralizado numa página cinzenta. O formulário tem um fundo branco e contém dois campos de entrada: um para 'Email' com um ícone de pessoa e um para 'Password' com um ícone de cadeado. Abaixo dos campos, há um botão azul com o texto 'Login' e uma seta branca apontando para a direita.

Figura 5.1: Formulário de autenticação

5.2 Dados de utilizador

Os dados pessoais do utilizador são passíveis de alteração nas definições de conta, acessível através do cabeçalho da plataforma. As opções mínimas para cada utilizador são credenciais de acesso, título, primeiro e último nome, como ilustrado na figura 5.2.



Account

Título: Dr.

Email: demo@bmd-software.com

Primeiro Nome: Utilizador

Palavra-chave: Old password

Último nome: Demo


New password

Confirm new password

Sair Guardar

Figura 5.2: Definições simplificadas de conta

Mediante o utilizador ter permissões para criar relatórios, o formulário irá conter também a opção de adicionar a assinatura, conforme representado na figura 5.3, que será impressa nos relatórios assinados pelo utilizador.



Account

Título: Dr.

Email: demo@bmd-software.com

Primeiro Nome: Utilizador

Palavra-chave: Old password

Último nome: Demo

New password

Confirm new password

Assinatura

Signature

Limpar

Sair Guardar

Figura 5.3: Definições de conta

A assinatura pode ser simplesmente desenhada com o cursor ou através de *upload* de um ficheiro de imagem ou pdf.

Sobre a imagem carregada, que contém a assinatura pretendida, estão disponíveis algumas transformações tais como: arrastar a imagem, zoom e rotação (figura 5.4). Desta forma é possível escolher com precisão a porção da imagem pretendida para assinatura.



Figura 5.4: Inserção de assinatura na plataforma

5.3 Introdução de novos Eletrocardiogramas

Para que a plataforma se adapte a vários paradigmas de trabalho a introdução de novos eletrocardiogramas pode ser feita de duas formas, tanto podem ser adicionados via email com a caixa de correio eletrónico configurada em base de dados para a central que usa a plataforma, como também através de introdução diretamente na plataforma. Na figura 5.5 está ilustrada a *interface* de adição de novos eletrocardiogramas na plataforma, tem como campo obrigatório a proveniência para que o relatório possa ser enviado via email. Os ficheiros tanto podem ser arrastados para a área demarcada a tracejado ou escolhendo o ficheiro após clicar na área mencionada.



Figura 5.5: Introdução de novos eletrocardiogramas

5.4 Pagina de Pesquisa

Esta pagina permite pesquisar os estudos segundo os parâmetros apresentados na secção de *Search* do lado esquerdo, de acordo com o representado na figura 5.6. A pesquisa pode ser feita para eletrocardiogramas, relatórios ou para ambos, configurada nas opções avançadas disponíveis no topo do formulário (figura 5.6), sendo que os parâmetros de pesquisa disponibilizados são: o paciente, data, médico, proveniência e estado de entrega de relatório.

Sobre os resultados da pesquisa é possível realizar operações, sendo elas visualização/produção de relatório no caso de eletrocardiogramas ainda sem relatório. No caso de se tratar de um relatório existem as opções de edição, entrega, *download* e visualização do *pdf*.

Search

Reports

Eggs

Both

Patient

Name

Identifier

Accession Number

AnyMaleFemale

Physician

AnySelf

Specific

Provenance

Any

specific

Date

Any

TodayYesterday

Last WeekLast Month

Specific Day

Date range

From

Until

Deliver status

delivered

in progress

























both

Clear

Search

Results

Showing 1 to 6 of 6 entries

Provenance	Physician	# ID	Name	Gender	Date	Report
Default Facility	not reported	DEMO-002	Carl Splat	M	18/10/2016	   
Default Facility	not reported	DEMO-008	Mary	F	08/03/2002	   
Default Facility	not reported	DEMO-005	Paul	undefined	15/01/2004	   
Default Facility	not reported	DEMO-001	Pierre SPlit	M	04/07/2011	   
Default Facility	not reported	DEMO-001	Pierre SPlit	M	12/03/2015	   
Default Facility	Utilizador Demo	DEMO-001	Pierre SPlit	M	06/03/2006	   

Show10entries

Previous

1

Next

Figura 5.6: Pagina de pesquisa com resultados

54

5.5 Visualizador de Relatórios

A funcionalidade de visualização de relatórios está encapsulada num módulo isolado dotado da capacidade de visualização de um grupo de relatórios conforme consta na figura 5.7, que tanto pode ser usado diretamente através dos resultados de pesquisa como na página de visualização, onde pode ser usado no histórico do paciente ou através de pedido de pré-visualização do relatório em formato *pdf* para o exame em estudo.

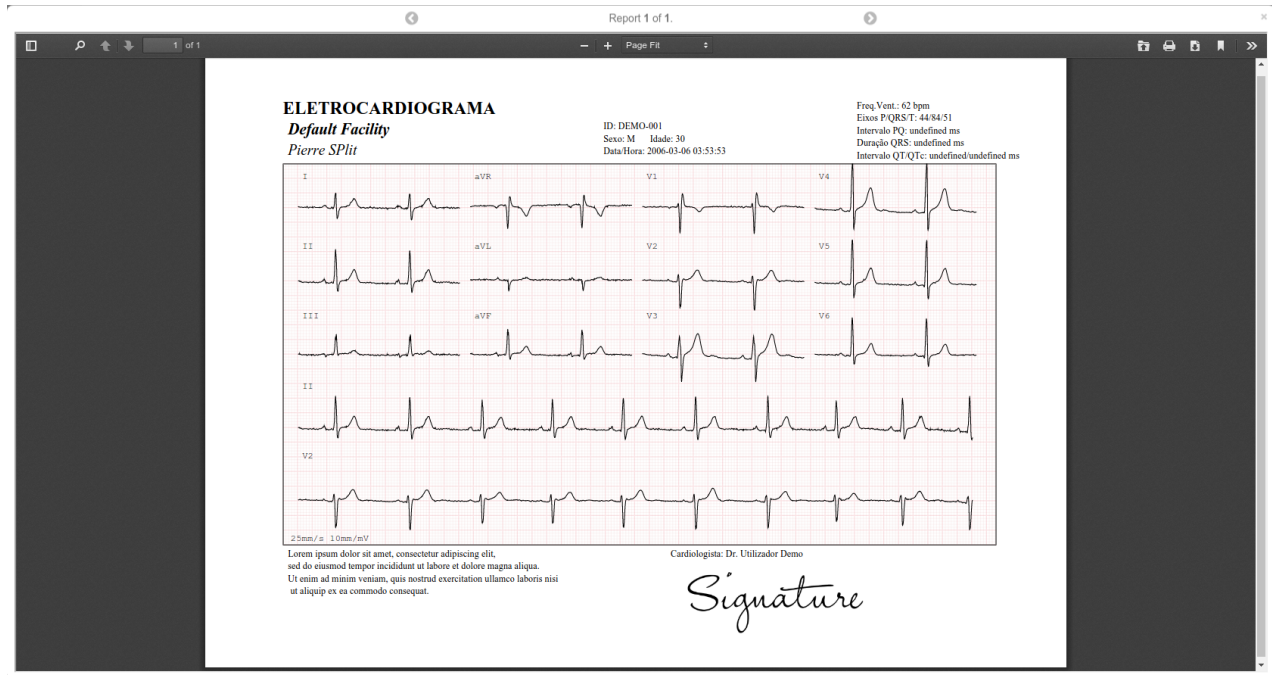


Figura 5.7: Visualizador de relatórios

5.6 Página de Visualização

A página de visualização contém uma quantidade de dados e opções significativas em que o foco principal é o traçado do eletrocardiograma, pelo que foi fundamental organizar a informação e opções de maneira a não sobrecarregar a página e o utilizador. Desta forma foram usadas abas colapsáveis laterais para os dados e opções de uso ou consulta ocasional tais como o histórico do paciente e configurações do traçado.

Para que o traçado de eletrocardiograma fosse o foco principal da página, a área onde ele é visualizado ocupa sempre o máximo de espaço vertical até que a página ocupe o ecrã por inteiro sem que seja necessário o *scroll*. Também com a opção de visualizar apenas o traçado em ecrã inteiro com o botão no canto inferior direito do traçado ou com duplo clique sobre ele.

Na figura 5.8 encontra-se ilustrada a página de visualização, com o traçado em foco e com os dados sobre o paciente (passíveis de serem editados, como ilustrado na figura 5.9), medidas do traçado, campo para relatório e ações de apagar traçado, pré-visualizar e assinar relatório na parte inferior da página.

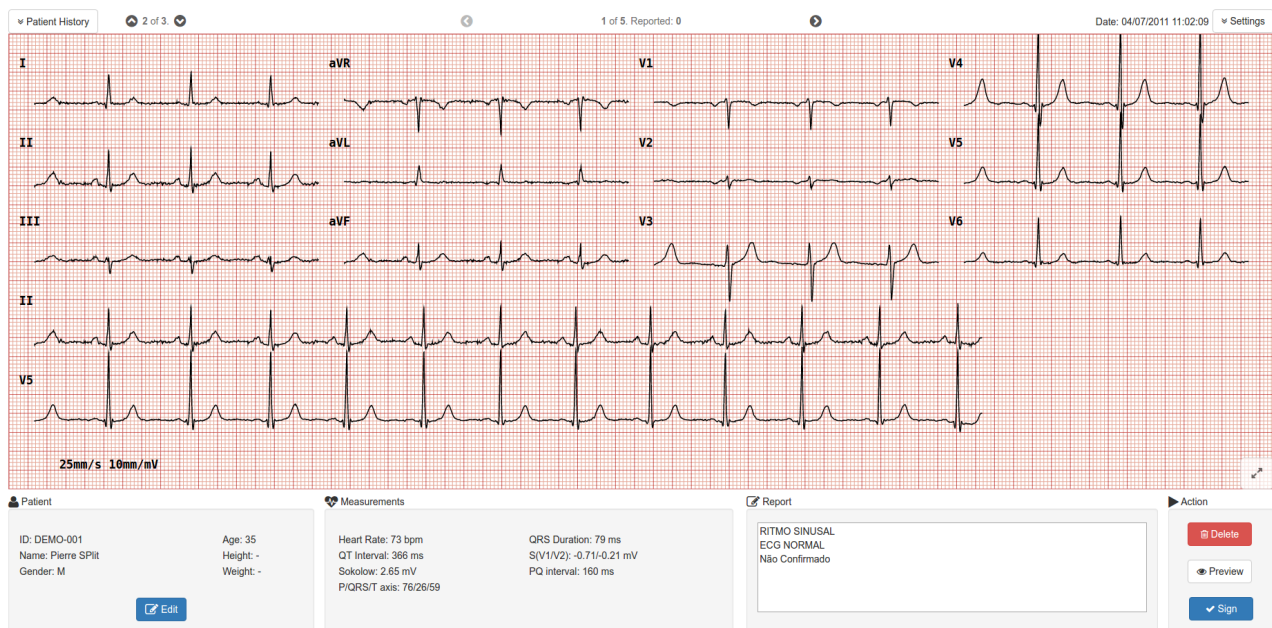


Figura 5.8: Página de visualização

Patient ×

ID: DEMO-005

Name: Paul

Gender: Undefined

Age: -

Height: -

Weight: -

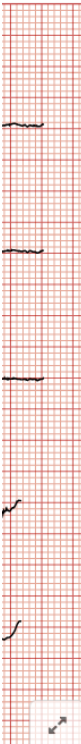
Close Save

Figura 5.9: Formulário de edição dos dados do paciente

5.6.1 Configurações do traçado

A figura 5.10 ilustra as configurações disponibilizadas para o traçado eletrocardiográfico, sendo elas edição das escalas de representação de onda, configuração ou formato de desenho das ondas, fino ajuste do início ou reprodução do traçado oculto, e ainda algumas opções de contraste e tamanho de letra na caixa de relatório.

Date: 04/07/2011 11:02:09 ⚙ Settings



Scales

25 mm/s 10 mm/mV

Derivations layout

☒ 4x3 + continuity waves ☐ 2x6

Adjust wave start

▶

☐ Use this start in the pdf

Line width

Contrast

Report Text

Figura 5.10: Opções de configuração do traçado

De forma a que o utilizador possa visualizar e configurar o traçado da forma mais eficaz e para que tire conclusões o mais informadas possível, são disponibilizadas opções para alterar as escalas com que este é desenhado (exemplos na figura 5.11 e figura 5.12).

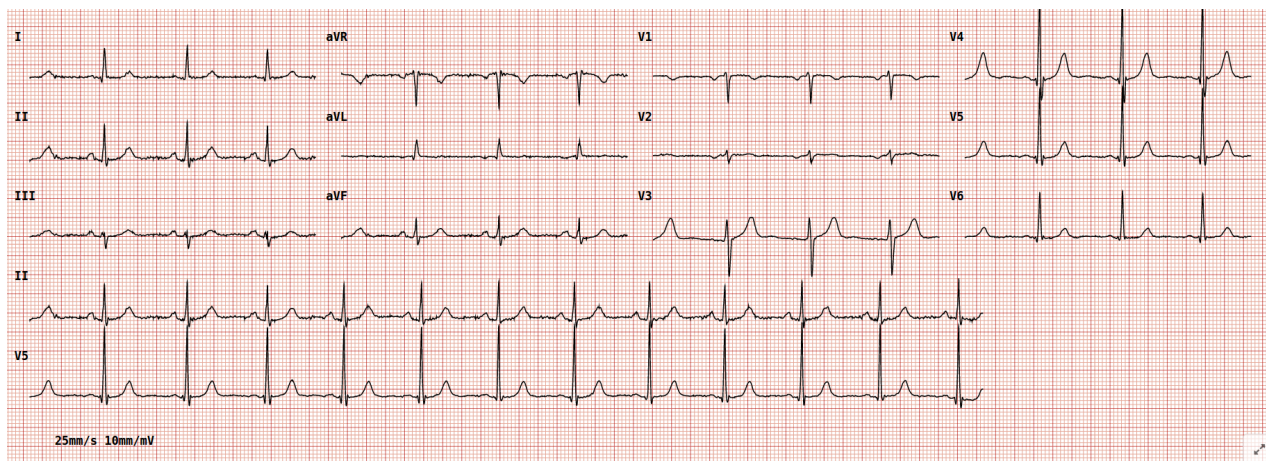


Figura 5.11: Traçado eletrocardiográfico na configuração 4x3 e duas ondas de continuidade com escalas de 25 mm/s e 10 mm/mV (formato padrão)

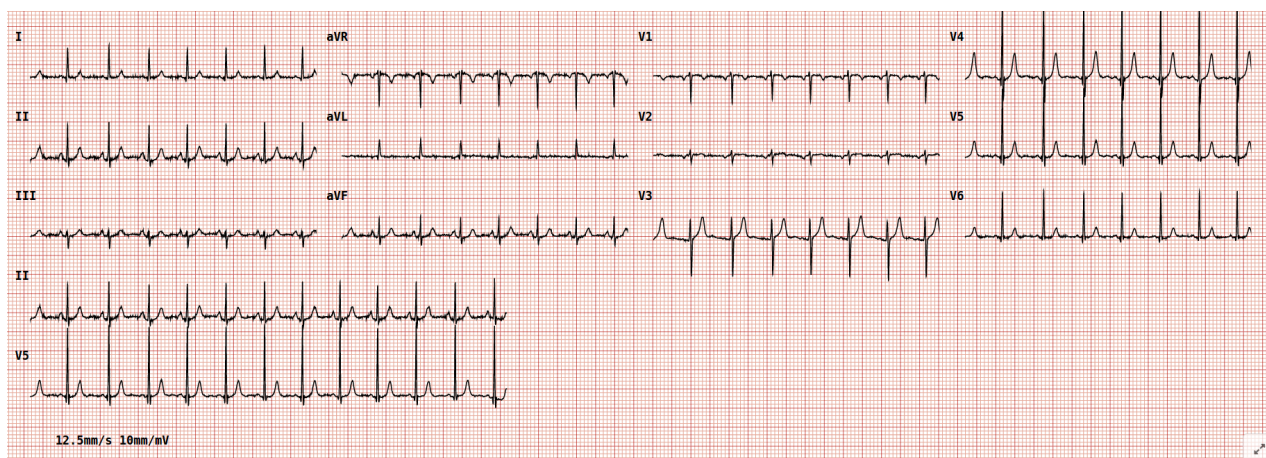


Figura 5.12: Exemplo de traçado eletrocardiográfico com escalas alternativas (12.5 mm/s e 10 mm/mV)

No formato 4x3 com duas ondas de continuidade é possível visualizar estas últimas duas ondas na sua totalidade, no entanto para as restantes ondas parte delas fica oculta. Para fazer face a esta limitação é disponibilizada a configuração 2x6 (ilustrada na figura 5.13) e também a opção de reproduzir o traçado oculto (com a cadência da escala mm/s seleccionada).

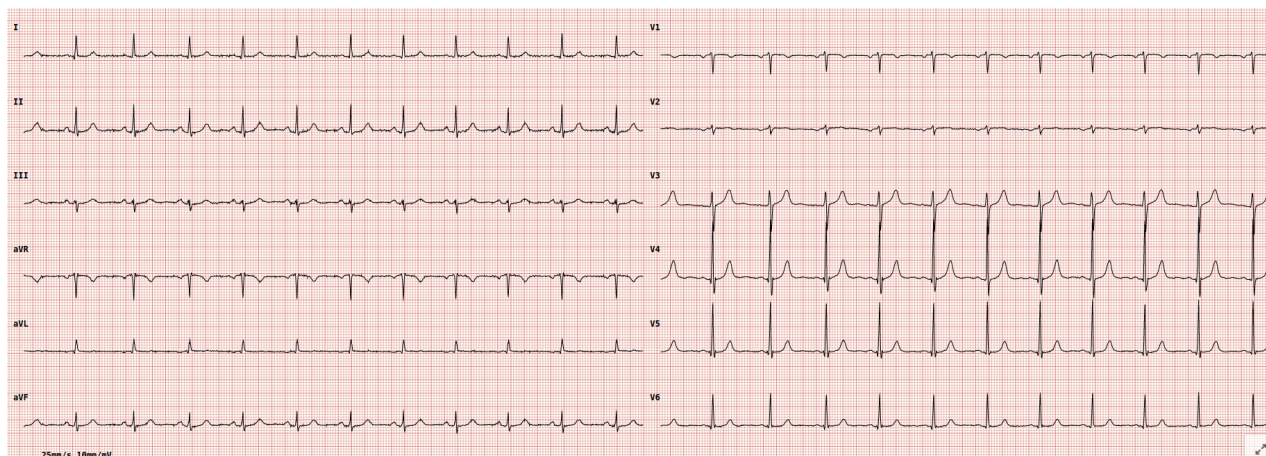


Figura 5.13: Traçado eletrocardiográfico na configuração 2x6

Por ultimo de forma ao utilizador poder configurar o visualizador segundo as suas preferências existem as opções de configuração local da página (armazenadas em *cookie* para usos futuros), sendo elas o contraste do fundo milimétrico a vermelho, a espessura das ondas e o tamanho do texto na caixa de relatório.

5.6.2 Histórico do paciente

Na página de visualização existe também a possibilidade de consultar o histórico do paciente (figura 5.14) de várias formas, sendo elas: mostrar o estudo pretendido na página, abrir o visualizador de relatórios (nos casos em que os eletrocardiogramas possuem relatório) ou comparar eletrocardiogramas.

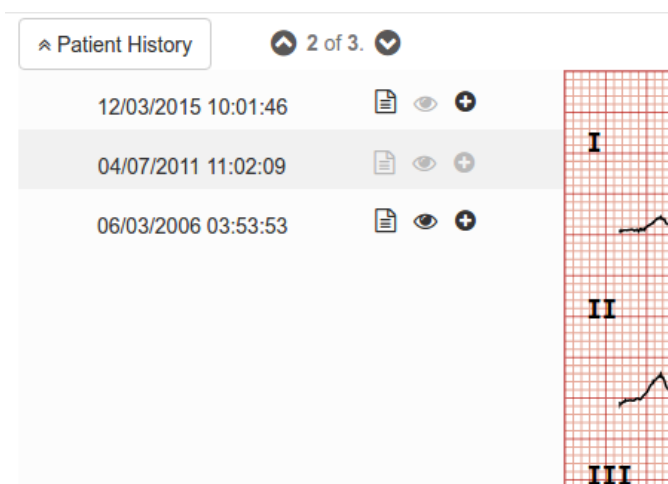


Figura 5.14: Histórico do paciente

Na figura 5.15 encontra-se ilustrado o uso da opção de comparar eletrocardiogramas, sendo que o traçado e dados a comparar são demarcados com uma cor diferente, sendo que para não causar confusão são ocultadas as ações de relatório.

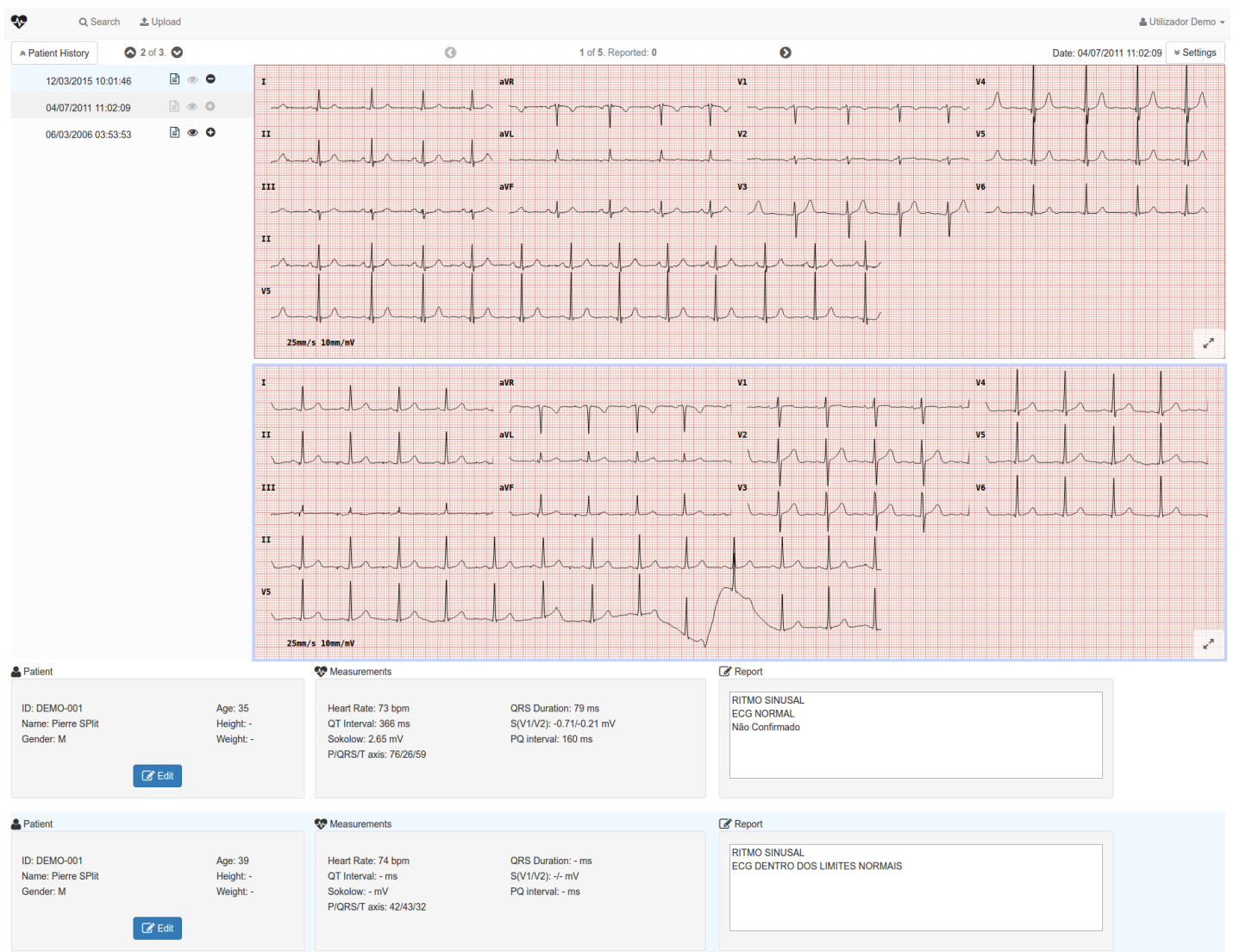


Figura 5.15: Exemplo de comparação de dois eletrocardiogramas de um paciente

5.7 Página de Gestão

Por ultimo na página de gestão, acessível aos utilizadores com papel de administrador, é possível consultar os utilizadores da plataforma e os papeis que desempenham (figura 5.16).

Facility management

Default Facility

Add user

Users

Settings

Default Admin	info@bmd-software.com	Administrator	<div><div></div><div>Remove</div></div>
Utilizador Demo	demo@bmd-software.com	Physician	<div><div></div><div>Remove</div></div>

Figura 5.16: Página de gestão

Na figura 5.17 está representado o formulário de edição dos dados do centro de diagnóstico, tais como o nome e morada.

Edit facility

Address

Default Facility

Street

1

1000-200

Aveiro

Portugal

Close

Save

Figura 5.17: Formulário de edição do centro de diagnóstico (settings)

No formulário de adição de novos utilizadores ilustrado na figura 5.18, para além dos campos comuns (nome, email e password), para definir as permissões que o utilizador terá, há a opção de adicionar o ou os papéis a desempenhar no centro de diagnóstico o que vai fazer com que tenham diferentes opções na plataforma.

Add user

Name

Dr.

First name

Last name

E-mail/Username

Username

Password

Password

Re-type password

Roles

Physician

Add

Healthcare professional

Remove

Close

Save

Figura 5.18: Formulário de introdução de novos utilizadores

Capítulo 6

Conclusões e trabalho futuro

Neste capítulo serão apresentados os objetivos atingidos no desenvolvimento da plataforma e o trabalho futuro a realizar visando a melhoria e expansão da plataforma.

6.1 Conclusões

A arquitetura implementada levou em consideração o potencial de escalabilidade da plataforma com separação de funcionalidades por módulos e encapsulamento de lógica aplicacional complexa em serviços.

A plataforma desenvolvida é uma proposta que visa melhorar o desempenho dos profissionais de saúde que a utilizarem. A sua maior valia está centrada na capacidade de visualização e relato em série sem demoras perceptíveis no carregamento de dados para a plataforma, conseguida através do *caching* ordenado de dados, dotando os processos de trabalho de uma fluidez acrescida.

A possibilidade de comparar um estudo com o histórico do paciente, tal como as várias configurações de visualização do traçado e a reprodução das ondas são também uma maior valia muito importante, uma vez que permitem ao utilizador visualizar a informação contida no eletrocardiograma de múltiplas formas o que inevitavelmente conduzirá à possibilidade de melhoria da prestação de cuidados de saúde.

6.2 Trabalho futuro

À medida que o desenvolvimento foi avançando foram sendo identificados alguns aspectos passíveis de melhorias e expansão. Embora a plataforma tenha sido desenvolvida levando em atenção a adaptabilidade a vários paradigmas de trabalho, quer de forma distribuída no âmbito da telemedicina ou para uso isolado num centro de diagnóstico. O acesso à plataforma é restrito a utilizadores prestadores de serviços de saúde, no entanto uma melhoria a ser implementada seria a opção dos pacientes poderem aceder aos seus relatórios através da plataforma.

Os sinais vitais visualizáveis na plataforma limitam-se a eletrocardiogramas padrão, pelo que uma futura expansão da plataforma seria dota-la da capacidade de visualizar eletrocardiogramas de longa duração (como por exemplo holter 24 horas) e outros tipos de sinais vitais de monitorização contínua, tais como frequência respiratória ou temperatura corporal.

Bibliografia

- [1] Bashshur RL. Where we are in Telemedicine/Telehealth and where we go from here. *Telemedicine Journal and e-Health*. 2001 7(4):273-277.
- [2] Portugal. Regulamento de Deontologia Médica- Ordem dos Médicos. Diário da República n.º 139/2016, Série II de 2016-07-21.
- [3] Alvares, S. Telemedicina: Situação em Portugal. 2004. Acedido em 3 agosto de 2017, de <http://www.hmariapia.min-saude.pt/revista/junho2004/Telemedicina>
- [4] Roine R, Ohinmaa A, Hailey D. Assessing telemedicine: A systematic review of the literature. *CMAJ*. 2001;165:765–774.
- [5] Stein E. Análise Rápida dos Electrocardiogramas: Um Guia de Estudos, 3th ed., Editora Manole, 2001.
- [6] Kligfield P. The centennial of the Einthoven electrocardiogram. *J Electrocardiol*. 2002; 35(suppl.):123-9.
- [7] Chr. Zywietz. A brief history of electrocardiography - progress through technology. Technical report, Biosigna Institute for Biosignal Processing and Systems Research, Hannover, Germany, 2003.
- [8] George E. Burch and Nicholas P. DePasquale. A history of electrocardiography. Norman Pub., San Francisco, 1990
- [9] Inc. Ovid Technologies. ECG interpretation. Lippincott Williams Wilkins, Philadelphia, 2008.
- [10] Terry R. Des Jardins. Cardiopulmonary anatomy physiology essentials for respiratory care, 2002.
- [11] Hampton, J.R. What the ECG is about. In *The ECG Made Easy*, (Churchill Livingstone), 2013; p. 208.
- [12] Silverthorn, D.U. Fisiologia Cardiovascular. In *Fisiologia Humana - Uma Abordagem Integrada*, (Porto Alegre: Artmed), 2010; p. 992.
- [13] Catalano, T.; Guide, C. to ECG Analysis. 2001.
- [14] Malmivuo J, Plonsey R, . Bioelectromagnetism: Principles and Applications of Bioelectric and Biomagnetic Fields, Oxford University Press. New York. 1995.

- [15] Rodrigues JC,. *Electrocardiografia Clínica: Princípios Fundamentais*, Lidel. 2009.
- [16] Lippincott Williams Wilkins. *ECG interpretation made incredibly easy!*. Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams Wilkins, Philadelphia, 2008.
- [17] Stein E, *Rapid Analysis of electrocardiograms*, Lippincott Williams Williams Inc., USA. 2000.
- [18] Guyton AC, Hall J,. *Textbook of Medical Physiology*, 11th ed., Elsevier Saunders. 2006.
- [19] Clark Jr. JW,. *Medical instrumentation – application and design; the origin of biopotentials*, J. Wiley and Sons, 121-182, New York, USA. 1998.
- [20] Kossman CE, et al,. *Recommendations for standardization of leads and of specifications for instruments in electrocardiography and vectorcardiography*, *Circulation*, 35, 583-602, Dallas, USA. 1967.
- [21] International Electrotechnical commission. *Medical electrical equipment*, International standard IEC 606601-1, 3rd ed. 2005.
- [22] Verdecchia P, Schillaci G, Borgioni C, et al. *Prognostic significance of serial changes in left ventricular mass in essential hypertension*. *Circulation* 1998; 97: 48-54.
- [23] Gasperin CA, Germiniani H, Facin CA, Souza AM, Pereira da Cunha CL. *An analysis of electrocardiographic criteria for determining left ventricular hypertrophy*. *Arq Bras Cardiol*. 2002; 78: 72-83.
- [24] Rodrigues S L et al. *Revisão dos critérios de Sokolow-Lyon-Rappaport e cornell para hipertrofia do ventrículo esquerdo*. *Arq. Bras. Cardiol*. [online]. 2008, vol.90, n.1, pp.46-53. ISSN 0066-782X. Acedido a 8 de agosto 2017 <http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2008000100008>.
- [25] *Sociedade da informação e do conhecimento inquérito à utilização de tecnologias da informação e da comunicação nos hospitais 2012*. Instituto Nacional de Estatística - Statics Portugal, Dezembro 2012.
- [26] Escoval A., Campos F., *Cuidados de saúde hospitalares, plano nacional de saúde 2011-2016*, Alto Comissariado da Saúde, 2010.
- [27] Espanha, R. *A saúde na sociedade de informação*, in *Comunicação e Cidadania*. Congresso da SOPCOM, pp. 2063-2090, 2008.
- [28] Iyer P., Levin B., and Shea M., *Medical Legal Aspects of Medical Records*. Lawyers Judges Publishing Company, 2006.
- [29] Pereira A. *Registos clínicos electrónicos*, 2003.
- [30] Wang N., Yu P., and Hailey D., *Description and comparison of quality of electronic versus paper-based resident admission forms in australian aged care facilities*, *International journal of medical informatics*, 2012.
- [31] Portugal. *Diário da República n.º 169/2015, Série I de 2015-08-31*

- [32] Portugal. Decreto-Lei n.º 282/77 de 5 de Julho
- [33] Declaração de Tel Aviv. Sobre responsabilidades e normas éticas na utilização da telemedicina, 1999. Acedido em 20 de agosto 2017 em: <http://www.dhnet.org.br/direitos/codetica/medica/27telaviv.html>
- [34] Oliveira, F.M. Telemedicina: conceitos, aplicações, aspectos ético-legais e desafios. 2007
- [35] Cáceres-Méndez, E. A., Castro-Díaz, S. M., Gómez-Restrepo, C., Puyana, J. C. Telemedicina: historia, aplicaciones y nuevas herramientas en el aprendizaje. Univ. Méd. Bogotá (Colombia), 52 (1): 11-35, enero-marzo. 2011.
- [36] Strehle, E.M., Shabde, N. One hundred years of telemedicine: does this new technology have a place in paediatrics? Archives of Disease in Childhood, 91(12):956–959. 2006.
- [37] World Health Organization. TELEMEDICINE in Member States - Opportunities and developments. Report on the second global survey on eHealth Global Observatory for eHealth series - Volume 2. 2010.
- [38] Yu, C., Yang, J.J., Chen, J.C., Liu, C.S., Chen, C.C., Lin, M.L., Liu, P.L., Yao, G., Lin, C.W., The development and evaluation of the Citizen Telehealth Care service System: case study in Taipei. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.; 6095-8. 2009.
- [39] Norris, A. C. Essentials of Telemedicine and Telecare. 2002.
- [40] Maia, R.S. Um sistema de telemedicina de baixo custo em larga escala. Universidade Federal de Santa Catarina, programa de pós-graduação em ciência da computação. Tese de mestrado, Florianópolis, Brasil. 2006.
- [41] Marsh, A., Grandinetti, L., and Kauranne, T., editors. Advanced infrastructures for future healthcare. IOS Press, 2000.
- [42] Pereira, T. P., Araujo, A. P. L.; Souza, C. P. Um método de compressão de sinais eletrocardiográficos para uso de SMS em sistemas móveis. In: La Novena Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática (CISCI). 2010.
- [43] Plotnikov, V., Prilutskii, D., and Selishchev, S. The scp-ecg standard in electrocardiographic software systems. Biomedical Engineering, 33:128–135, 1999.
- [44] Borges, F. F. Sistema para telemetria da frequência cardíaca utilizando telefonia celular. Revista Brasileira de Engenharia Biomédica, vol. 17, no. 2, pp. 97–110, 2005.
- [45] “PostgreSQL.” Acedido em 10 de julho 2017 em: <http://www.postgresql.org/>
- [46] “MySQL.” Acedido em 10 de julho 2017 em: <http://www.mysql.com/>
- [47] “SQLite.” Acedido em 10 de julho 2017 em: <http://www.sqlite.org/>
- [48] “Model-view-controller.” Acedido em 12 de julho 2017 em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Model-view-controller/>
- [49] “Play Framework.” Acedido em 12 de julho 2017 em: <https://www.playframework.com/>

[50] “Django.” Acedido em 12 de julho 2017 em: <https://www.djangoproject.com/>

[51] “AngularJS.” Acedido em 12 de julho 2017 em: <https://angularjs.org/>